

舒飞 郭浩 等编著

AutoCAD
工程设计系列丛书

AutoCAD 2011 电气设计 第4版



- 提供典型电气工程的设计思路
- 充分体现AutoCAD的设计技巧
- 创建方法和实例均经过实践检验
- 多媒体光盘全程演示设计步骤





机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

VISIT…

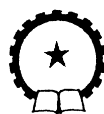
LANZAROTE
Caliente.COM

AutoCAD 工程设计系列丛书

AutoCAD 2011 电气设计

第 4 版

舒 飞　郭 浩　等编著



机 械 工 业 出 版 社

AutoCAD 2011 提供了强大的平面绘图功能，适用于电气工程中各种电气系统图、框图、电路图、接线图、电气平面图、设备布置图、大样图、元器件表格等的绘制。

本书介绍了使用计算机辅助设计软件 AutoCAD 2011 进行电气工程设计的方法和技巧。内容涵盖了从输变电工程到使用电力的各种工程，是一本全面系统地学习使用 AutoCAD 2011 进行电气设计的优秀读物。

本书在讲解 AutoCAD 2011 的有关知识点时，通过各种电气设计实例，非常实用地阐明了各个知识点的内涵、使用方法和使用场合。本书所附光盘在演示各种电气设计实例时，灵活地应用了 AutoCAD 2011 的各种绘图技巧，充分体现了高效、准确、完备设计的要求。

本书既可以作为电气设计培训教材，也可以作为电气设计人员的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

AutoCAD 2011 电气设计 / 舒飞等编著．—4 版．—北京：机械工业出版社，2011.3（2012.4重印）

（AutoCAD 工程设计系列丛书）

ISBN 978-7-111-33837-6

Ⅰ．①A…　Ⅱ．①舒…　Ⅲ．①电气设备-计算机辅助设计-应用软件，AutoCAD 2011　Ⅳ．①TM02-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 048560 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号　邮政编码 100037）
责任编辑：丁　诚　张淑谦
责任印制：杨　曦
保定市中画美凯印刷有限公司印刷
2012 年 4 月第 4 版 • 第 2 次印刷
184mm×260mm • 31.25 印张 • 774 千字
4001－6000 册
标准书号：ISBN 978-7-111-33837-6
　　　　　ISBN 978-7-89451-934-4（光盘）
定价：69.00 元（含 1CD）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务
社服务中心：（010）88361066
销售一部：（010）68326294
销售二部：（010）88379649
读者购书热线：（010）88379203

网络服务
门户网：http://www.cmpbook.com
教材网：http://www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版



前　言

随着科学技术的迅猛发展以及计算机技术的广泛应用，设计领域也在进行不断变革，各种新的设计制图工具的不断涌现，使设计手段更为科学化、系统化和先进化。AutoCAD 作为一种电气图样设计工具，以其方便快捷的特点而被广泛使用。经过近些年的发展，在诸多已有专业的电气设计软件中，AutoCAD 系列软件在电气行业赢得了较大的市场占有率。AutoCAD 2011 是当前最新版的 AutoCAD 软件，相对于以前版本的 AutoCAD 软件，它具有更加强大的功能以及更友好的设计界面。

本书把 AutoCAD 和电气制图结合起来，使读者把 AutoCAD 电气制图作为一个整体看待，既了解了 AutoCAD 2011 的制图特点，又可以掌握电气制图原理以及应用方面的基本知识。

本书可以作为电气设计、制图人员的入门书籍，也可以作为熟练使用 AutoCAD 以前版本的设计人员的参考书。在本书的编写过程中，作者咨询了很多经验丰富的电气行业专家的意见，并参考了很多实际的工程图样。从内容上，本书更加强调知识的实用性、整体性、科学性和先进性，力求做到通俗易懂，深入浅出，并结合工程实例尽可能详细地讲述了绘制的步骤。

AutoCAD 2011 作为一款强大的绘图工具，可以让用户方便地绘制电气工程中的各种电气图样。为了帮助读者更加直观地学习本书，随书配套了制作精美的动画教学光盘，使本书具有很好的可读性。

本书的第 1 版是第 1 本关于 AutoCAD 电气设计方面的书籍，随着版本的更新，作者也不断根据读者的反馈意见和作者自身的实践经验对内容进行了优化升级。升级后本书内容将更精练实用。

本书由舒飞、郭浩主持编写，参加本书编写工作的还有郭海霞、李华、宋平、杜吉祥、于道学、王杰辉、王永凯、王琳、杜守国、姜孝国、蒋志江、李松、杨文毅、孙长虹、陈辉、张耀坤、李毅、刘季剀、刘仲凯、张立敏等。在编写过程中，作者力图使本书的知识性和实用性相得益彰，但由于水平有限，书中错误、纰漏之处难免，欢迎广大读者、同仁批评指正。

作　者

目　　录

前言

第 1 篇　绘图方法和技巧

第 1 章　软件知识和基本绘图 …… 2
1.1　安装 AutoCAD 2011 的软硬件要求及安装启动过程 …… 2
1.1.1　硬件环境要求 …… 2
1.1.2　软件环境要求 …… 2
1.1.3　三维绘图的硬件建议 …… 3
1.1.4　安装过程 …… 3
1.1.5　启动过程 …… 4
1.2　操作界面 …… 4
1.3　AutoCAD 2011 的新特性 …… 7
1.3.1　用户界面 …… 8
1.3.2　增强的图层特性管理器 …… 8
1.4　AutoCAD 2011 的基本操作 …… 9
1.4.1　文件操作 …… 9
1.4.2　坐标系介绍 …… 10
1.4.3　使用帮助 …… 10
1.5　平面图形绘制命令 …… 12
1.5.1　直线段 …… 12
1.5.2　多段线 …… 15
1.5.3　圆 …… 17
1.5.4　圆弧 …… 20
1.5.5　椭圆 …… 25
1.5.6　多边形 …… 26
1.5.7　矩形 …… 27
1.5.8　图案填充 …… 29
1.5.9　表格 …… 32
1.5.10　图块 …… 35
1.5.11　绘制三相变压器 …… 38
1.5.12　绘制绝缘子 …… 41
1.5.13　绘制二极管 …… 43
1.5.14　绘制联动按钮 …… 44
第 2 章　图形编辑与标注 …… 46
2.1　平面图形编辑命令 …… 46
2.1.1　直接复制 …… 47
2.1.2　使用剪贴板 …… 48
2.1.3　偏移 …… 48
2.1.4　镜像 …… 50
2.1.5　阵列 …… 51
2.1.6　移动 …… 54
2.1.7　旋转 …… 55
2.1.8　对齐 …… 56
2.1.9　拉伸 …… 57
2.1.10　缩放 …… 59
2.1.11　延伸 …… 61
2.1.12　修剪 …… 62
2.1.13　拉长 …… 64
2.1.14　打断于点 …… 65
2.1.15　打断 …… 65
2.1.16　倒角 …… 67
2.1.17　圆角 …… 69
2.1.18　绘制电线杆组装图 …… 70
2.2　尺寸标注 …… 77
2.2.1　尺寸元素 …… 77
2.2.2　线性尺寸标注 …… 78
2.2.3　对齐尺寸标注 …… 79
2.2.4　角度尺寸标注 …… 80
2.2.5　连续标注 …… 81
2.2.6　多重引线标注 …… 85
2.2.7　关联标注 …… 86
2.2.8　标注电线杆组装图 …… 86



2.3 文字与编辑文字 ………… 89
2.3.1 多行文字 ………… 89
2.3.2 单行文字 ………… 91
2.4 电气图示例：绘制外电总平面图 ………… 94
2.4.1 绘制图形 ………… 94
2.4.2 标注文字 ………… 101
第 3 章 电气元器件设计 ………… 106
3.1 用户坐标系 ………… 106
3.1.1 上一个 UCS ………… 106
3.1.2 世界 UCS ………… 107
3.1.3 原点 UCS ………… 107
3.1.4 *Z* 轴矢量 UCS ………… 108
3.1.5 绘制高压瓷绝缘子 ………… 108
3.1.6 3 点 UCS ………… 111
3.1.7 绕 *X* 轴旋转用户坐标系 ………… 112
3.1.8 绕 *Y* 轴旋转用户坐标系 ………… 112
3.1.9 绕 *Z* 轴旋转用户坐标系 ………… 113
3.2 三维建模 ………… 113
3.2.1 长方体 ………… 113
3.2.2 球体 ………… 114
3.2.3 圆柱体 ………… 114
3.2.4 圆锥体 ………… 115
3.2.5 圆环体 ………… 116
3.2.6 拉伸 ………… 116
3.2.7 旋转 ………… 117
3.2.8 绘制低压绝缘子 ………… 118
3.3 三维实体编辑命令 ………… 122
3.3.1 并集 ………… 122
3.3.2 差集 ………… 123
3.3.3 交集 ………… 123
3.3.4 拉伸面 ………… 124
3.3.5 旋转面 ………… 125
3.3.6 复制面 ………… 125
3.3.7 分割 ………… 126
3.3.8 抽壳 ………… 126
3.4 综合实例 ………… 127
3.4.1 绘制拉线开关座 ………… 127
3.4.2 设计接线片 ………… 140
3.4.3 绘制电动机 ………… 143

第 2 篇 电气制图规则和变送电图例

第 4 章 电气工程图的基本知识 ………… 150
4.1 电气工程图的种类及特点 ………… 150
4.1.1 电气工程图的种类 ………… 150
4.1.2 电气工程图的一般特点 ………… 152
4.2 电气工程 CAD 制图的规范 ………… 154
4.3 电气图形符号的构成和分类 ………… 157
4.3.1 电气图形符号的构成 ………… 157
4.3.2 电气图形符号的分类 ………… 157
4.4 电动机供电系统图 ………… 158
4.4.1 单线 ………… 158
4.4.2 三线 ………… 162
4.5 电动机控制电路图 ………… 163
4.6 电动机控制接线图 ………… 174
4.7 设备元器件表 ………… 179
4.8 小车间电气平面图 ………… 183
4.9 自耦减压起动柜控制电路图 ………… 186
第 5 章 变电和输电工程设计 ………… 212
5.1 10kV 线路平面图 ………… 212
5.1.1 主线 ………… 212
5.1.2 细节 ………… 218
5.2 10kV 变电所系统图 ………… 221
5.2.1 系统图 ………… 221
5.2.2 电气主接线图 ………… 223
5.3 低压配电系统图 ………… 228
5.3.1 进线 ………… 228
5.3.2 支线 ………… 229
5.4 变电所平面图 ………… 241
5.4.1 控制设备 ………… 241
5.4.2 变压设备 ………… 253
5.4.3 标注文字 ………… 269



第 3 篇　电力消费工程图例

第 6 章　住宅电气设计 ………………………… 276

6.1　实验室照明平面图……………………… 276

6.1.1　轴线和墙线………………………… 276

6.1.2　照明电气设计 ……………………… 291

6.2　某宾馆楼共用天线系统图 ………… 304

6.2.1　主线 ………………………………… 304

6.2.2　支线 ………………………………… 307

6.2.3　标注文字…………………………… 312

6.3　多层住宅电话系统图……………… 318

6.3.1　主线 ………………………………… 318

6.3.2　分线 ………………………………… 320

6.3.3　标注文字…………………………… 323

6.4　住宅照明平面图 …………………… 327

6.4.1　插座平面图………………………… 328

6.4.2　照明平面图………………………… 332

6.4.3　电位连接详图 ……………………… 334

第 7 章　工厂电气控制设计…………………… 337

7.1　双回路电源高压配电所系统图…… 337

7.1.1　高压开关柜………………………… 337

7.1.2　高压汇流排………………………… 342

7.1.3　绘制 TV1…………………………… 344

7.1.4　开关柜 WL11 ……………………… 347

7.1.5　开关柜 WL12 和 WL13 …………… 350

7.2　车间配电干线 ……………………… 356

7.3　车间动力平面布置图……………… 358

7.3.1　轴线与墙线………………………… 358

7.3.2　配电设计…………………………… 364

7.3.3　标注代号与型号 …………………… 366

7.4　配电箱配电系统图………………… 371

7.4.1　设计表格…………………………… 372

7.4.2　绘制电气图………………………… 376

7.4.3　标注文字与符号 …………………… 384

第 8 章　车辆、机床电气设计……………… 392

8.1　摇臂钻床电气图 …………………… 392

8.1.1　绘制主电路………………………… 392

8.1.2　绘制控制电路 ……………………… 406

8.1.3　绘制完整的电路图………………… 433

8.2　轿车电气一次设计图 ……………… 437

8.2.1　主要元器件符号…………………… 437

8.2.2　电路图 • • • • • • • • • • 444

第 9 章　通用电动机控制设计……………… 448

9.1　单个电动机的起动/停止控制原理图……………………………… 448

9.1.1　主电路绘制 ………………………… 448

9.1.2　控制电路绘制……………………… 451

9.1.3　标注文字符号 ……………………… 453

9.2　电动机正反转控制原理图………… 455

9.3　星-三角电动机起动原理图 ……… 458

9.4　电动机变频控制原理图…………… 465

9.4.1　通用变频器外部接口示意图……… 465

9.4.2　通用变频器控制原理图绘制……… 467

9.5　潜水泵控制图……………………… 472

9.5.1　绘制电动机部分…………………… 472

9.5.2　绘制报警及指示部分 ……………… 476

9.5.3　绘制控制部分……………………… 479

附录 A　常用电气工程图文字符号和图形符号……………………… 484

A.1　电气工程图的文字符号和图形符号特点………………………… 484

A.1.1　文字符号…………………………… 484

A.1.2　图形符号…………………………… 484

A.2　电气工程制图中的常用文字符号和图形符号示例 ……………… 484

A.2.1　电气图形中文字符号的字母表示（按字母顺序排列）………… 485

A.2.2　电气图形符号的表示……………… 486

A.3　电气文字符号、图形符号的组合使用 ………………………… 490

A.3.1　电气图形符号的组合……………… 490

A.3.2　文字符号和图形符号的结合 ……… 491

A.4　结合具体电路简述文字符号、图形符号的使用…………………… 492

第1篇

绘图方法和技巧

本篇主要介绍以下知识点：

- AutoCAD 2011 的基本操作方法
- 绘制平面图形的方法
- 编辑平面图形的方法
- 尺寸的标注方法
- 文字输入和修改方法
- 坐标系的使用方法
- 三维实体单元的绘制方法
- 三维模型的编辑方法



第 1 章　软件知识和基本绘图

知识导引

本章简要介绍了安装 AutoCAD 2011 的软硬件要求，AutoCAD 2011 的安装启动过程，AutoCAD 2011 的新特性和基本操作，并介绍了如何使用 AutoCAD 2011 绘制平面图形单元。

1.1　安装 AutoCAD 2011 的软硬件要求及安装启动过程

要安装 AutoCAD 2011，计算机的硬件和软件环境必须达到一定的要求，只有在符合这些要求的计算机中使用 AutoCAD 2011 软件，才能充分发挥软件的性能。一定要确保安装 AutoCAD 2011 的计算机满足系统需求，如果不满足系统需求，可能会出现很多问题。

下面分别介绍硬件环境要求、软件环境要求以及安装启动过程。

1.1.1　硬件环境要求

（1）中央处理器：①32bit：Intel 或 AMD 处理器主频 2.2GHz 或更高，Intel 或 AMD 双核处理器主频 1.6GHz 或更高；②64bit：AMD64 或 Intel EM64T 处理器。

（2）内存：①32bit：1GB（Windows XP SP2）、2GB（Windows 7）或更大；②64bit：2GB。

（3）硬盘：需要 1.32GB 的安装空间（Windows XP SP2），除用于安装的空间之外，可用闲置空间为 2GB（Windows Vista）。

（4）图形卡：具有 128MB 或更大显存，且支持 OpenGL 或 Direct 3D 的工作站级图形卡。对于 Windows Vista 操作系统，需要具有 128MB 或更大显存且支持 Direct 3D 的工作站级图形卡。

（5）光盘驱动器：DVD-ROM。

（6）定点设备：鼠标、轨迹球或其他定点设备。

（7）可选硬件：可兼容 OpenGL 的三维视频卡、打印机或绘图仪、数字化仪、调制解调器或其他访问 Internet 连接的设备、网卡。

1.1.2　软件环境要求

（1）操作系统：①32bit：Windows Vista Enterprise、Windows Vista Business、Windows Vista Ultimate、Windows Vista Home Premium、Windows XP Professional Service Pack 2、Windows XP Home Service Pack 2；②64bit：Windows Vista Enterprise、Windows Vista



Business、Windows Vista Ultimate、Windows Vista Home Premium、Windows XP Professional。

（2）Web 浏览器：Microsoft Internet Explorer 6.0 Service Pack 1（或更高版本）

注：如果工作站上未安装具有 Service Pack 1（或更高版本）的 Microsoft Internet Explorer 6.0，则无法安装 AutoCAD。可以从相关网站下载 Internet Explorer。

1.1.3　三维绘图的硬件建议

（1）内存：2GB（或更高）。

（2）图形卡：具有 128MB 或更大显存，且支持 OpenGL 或 Direct 3D 的工作站级图形卡。

（3）硬盘：2GB（除安装系统所需的 1GB 或更大空间之外）。

1.1.4　安装过程

用户必须有计算机管理员权限才能安装 AutoCAD。安装 AutoCAD 需要 AutoCAD 2011 的安装光盘（DVD 光盘），该软件归 Autodesk 公司所有，本书不提供该软件。

以下是单机安装 AutoCAD 的步骤。

（1）将 AutoCAD 2011 光盘（DVD 光盘）放入计算机的 DVD-ROM 驱动器自动启动，或者直接打开光盘，双击“setup”图标。

（2）在 AutoCAD 安装向导中单击“安装产品”按钮。

（3）选择要安装的产品，然后单击“下一步”按钮。


注意

默认情况下，安装 AutoCAD 时不安装 AutoCAD Design Review 2011。某些 AutoCAD 功能需要安装 Design Review 后才能正常运行。Design Review 是 DWF Viewer 的替代查看器。

（4）查看适用于用户所在国家/地区的 Autodesk 软件许可协议。用户必须接受协议才能继续安装。选择用户所在的国家/地区，单击“我接受”按钮后再单击“下一步”按钮。

（5）在“用户和产品信息”页面中，输入序列号和用户信息，然后单击“下一步”按钮。

（6）如果不希望对默认配置进行任何更改，请选择“安装”按钮。

（7）如果希望对配置进行更改，在“开始安装”页面上单击“配置”按钮以更改配置（例如安装类型、安装可选工具或更改安装路径）。

（8）在“选择许可类型”页面中，可以选择安装单机许可或网络许可，然后单击“下一步”按钮。

（9）在“选择安装类型”页面上，可以选择进行以下配置更改。

“典型”：安装最常用的应用程序功能。

“自定义”：仅安装用户从“选择要安装的功能”列表中选择的应用程序功能，具体如下所示。

1）CAD 标准：包含用于检查设计文件是否符合标准的工具。

2）数据库：包含数据库访问工具。

3）词典：包含多语言词典。

4）图形加密：允许用户通过“安全选项”对话框使用口令保护图形。

5）Express Tools：包含 AutoCAD 支持工具和实用程序。

6）字体：包含 AutoCAD 字体和 TrueType 字体。

7）Autodesk Impression 工具栏：可以使用“Impression”工具栏将任意视图快速输出到 Autodesk Impression 中，以获得高级线条效果。

8）材质库：包含 300 多种专业打造的材质，均可应用于模型。

9）新功能专题研习：包含帮助用户学习新功能的动画演示、练习和样例文件。

10）许可证转移实用程序：包含用于在计算机之间移动单机许可证的工具。

11）移植自定义设置：将早期版本产品中的自定义设置和文件移植到此版本的产品中。

12）参照管理器：使用户可以查看和编辑与图形关联的外部参照文件的路径。

13）样例：包含各种功能的样例文件。

14）教程：包含产品教程。

15）VBA 支持：包含 Microsoft Visual Basic for Applications 支持文件。

“产品安装路径”：指定要将 AutoCAD 安装到的驱动器和位置。

“创建桌面快捷方式”：选择是否在桌面上显示 AutoCAD 快捷方式图标。默认情况下，产品图标将在桌面上显示。如果不希望显示快捷方式图标，请清除复选框。

（10）单击用于配置其他产品的“其他产品”选项卡，或依次单击“下一步”和“配置完成”按钮，返回“开始安装”页面，然后单击“安装”按钮。

（11）开始安装，并显示安装进度。

（12）安装完成后，将显示“安装完成”页面，接着单击“完成”按钮。

1.1.5 启动过程

全部安装过程完成之后，可以通过以下几种方式启动 AutoCAD 2011。

（1）桌面快捷方式图标：安装 AutoCAD 2011 时，将在桌面上放置一个“AutoCAD 2011”快捷方式图标（用户在安装过程中清除了该选项除外）。双击“AutoCAD 2011”图标可以启动 AutoCAD 2011。

（2）“开始”菜单：在“开始”菜单（Windows 操作系统）上，依次单击“程序”（或“所有程序”）→“Autodesk”→“AutoCAD 2011 - Simplified Chinese”→“AutoCAD 2011”命令。

（3）AutoCAD 2011 的安装位置启动：如果用户具有超级用户权限或计算机管理员权限，则可以从 AutoCAD 2011 的安装位置运行该程序。如果仅仅是有限权限用户，必须从“开始”菜单或桌面快捷方式启动 AutoCAD 2011。

1.2 操作界面

安装结束后重新启动计算机，双击桌面上“AutoCAD 2011 - Simplified Chinese”快捷图标启动 AutoCAD 2011 中文版系统。AutoCAD 2011 中文版的操作窗口是一个标准的 Windows 应用程序窗口，包括标题栏、菜单栏、工具栏、状态栏和绘图窗口等。操作界面窗口中还包含命令行和文本窗口，通过它们用户可以和 AutoCAD 系统之间进行人机交互。启



动 AutoCAD 2011 以后，系统将自动创建一个新的图形文件，并将该图形文件命名为“Drawing1.dwg”。因此，在 AutoCAD 2011 在启动之后，它的主窗口中就自动包含了一个名为“Drawing1.dwg”的绘图窗口。

要退出 AutoCAD 2011 系统，直接单击 AutoCAD 2011 系统窗口标题栏上的按钮 ☒ 即可。如果图形文件没有被保存，系统退出时将提示用户进行保存。如果此时还有命令未执行完毕，系统会要求用户先结束命令。

AutoCAD 2011 二维草图与注释操作界面的主要组成元素有：标题栏、菜单浏览器、快速访问工具栏、绘图区域、面板、命令行窗口、坐标系图标和功能按钮，如图 1-1 所示。

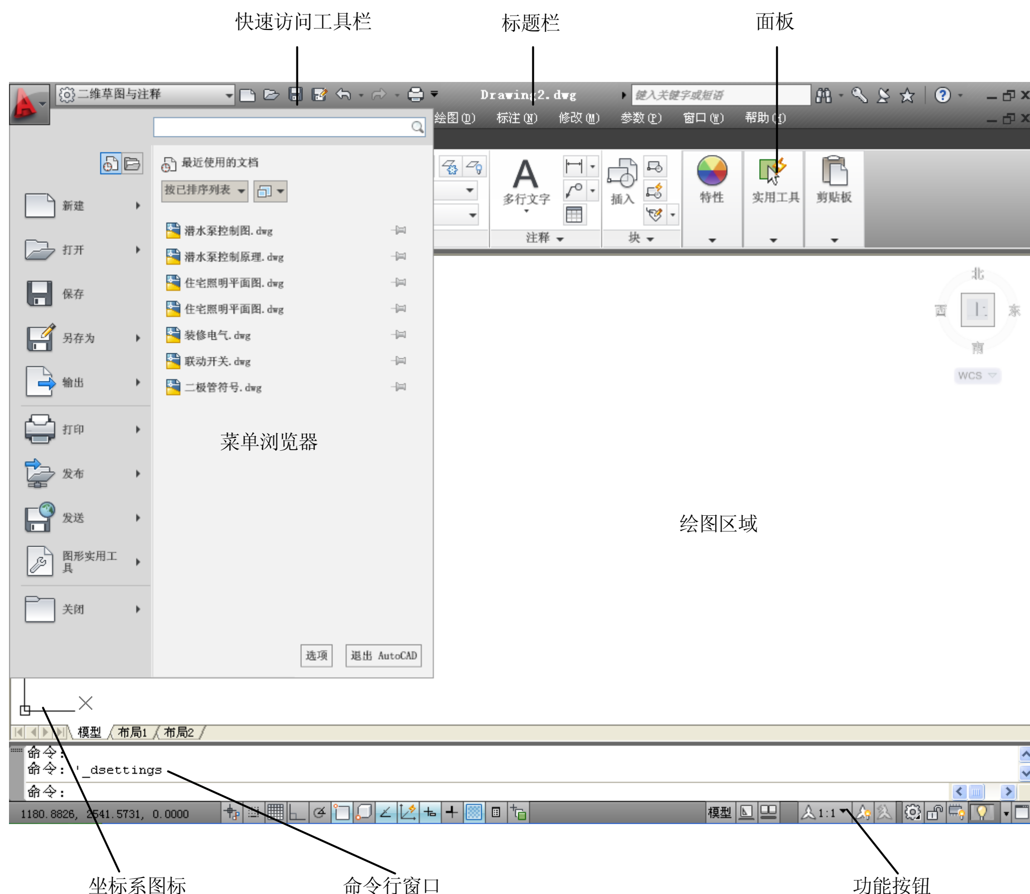


图 1-1　基本的操作界面

AutoCAD 2011 还有两个操作界面，可以通过单击右下角的“切换工作空间”按钮进行切换，“三维建模”和“AutoCAD 经典”界面分别如图 1-2 和图 1-3 所示。

AutoCAD 2011 把常用命令制作成各种图标按钮，使用户可以把这些按钮布置在图形编辑窗口中的任何位置。AutoCAD 2011 提供了多个选项卡和数十个工具面板，其中常用的命令集中在如图 1-4 所示“绘图”面板栏和图 1-5 所示“修改”工具栏中。

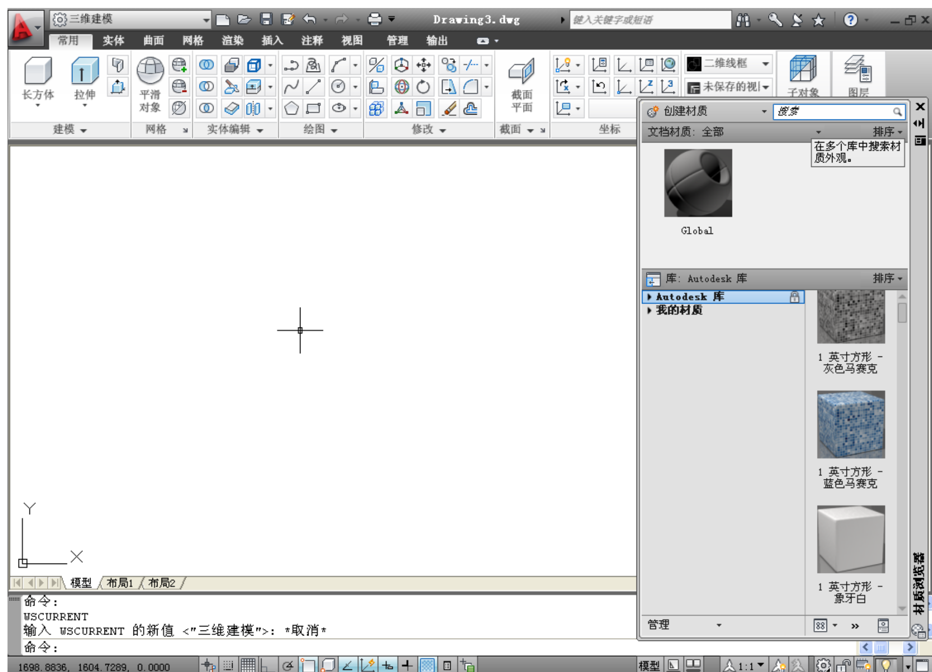


图 1-2 “三维建模”界面

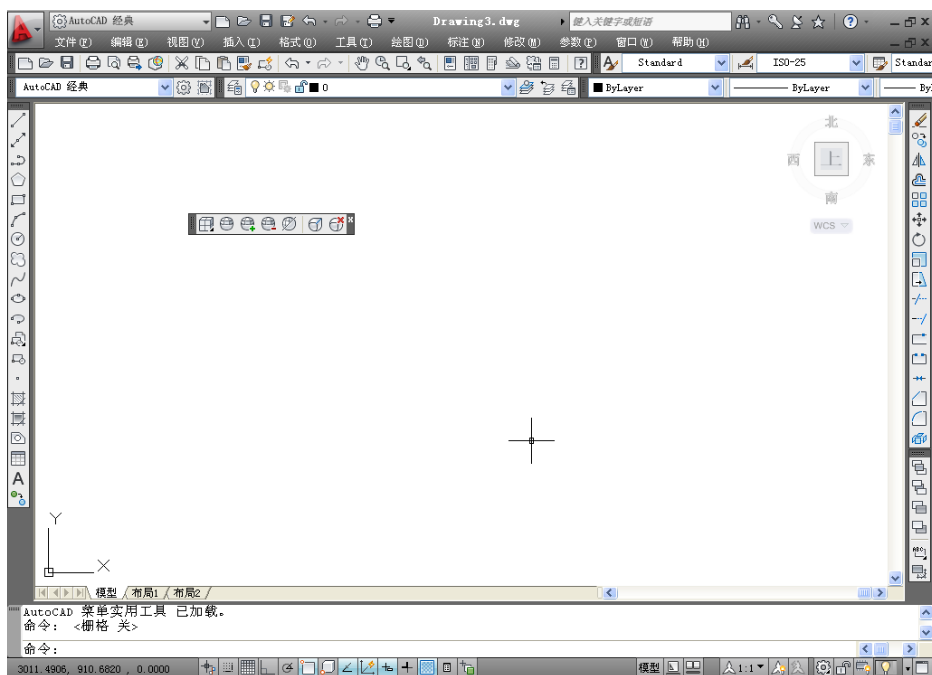


图 1-3 “AutoCAD 经典”界面



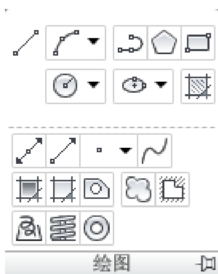


图 1-4 “绘图”面板栏

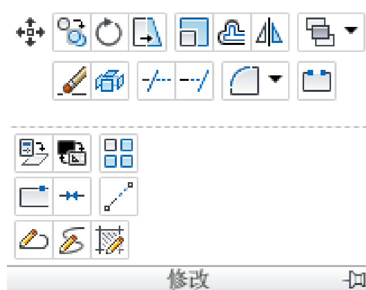


图 1-5 “修改”工具栏

“绘图”面板提供常用的绘图命令。熟练掌握绘图工具栏，是学好 AutoCAD 2011 的基本要求；“修改”工具栏用于编辑和修改已经绘制好的图形，包括“删除”、“复制”、“移动”、“修剪”等命令。

▷▷ 1.3　AutoCAD 2011 的新特性

初次启动 AutoCAD 2011 时，操作窗口会让用户选择是否查看“新功能专题研习”，如果用户同意观看，屏幕将会出现如图 1-6 所示“欢迎屏幕”对话框，可引导用户学习 AutoCAD 2011 的新特性。



图 1-6 “欢迎屏幕”对话框

与以前的版本相比，AutoCAD 2011 中的新特性主要包括获得信息、用户界面、动作录制器、增强的图层特性管理器等。限于篇幅，下面只介绍若干 AutoCAD 2011 中的显著的新特性。



1.3.1 用户界面

在 AutoCAD 2011 版本中，用户界面发生了一些变化和增强。具体表现在如下几个方面。

（1）Drawing Window（绘图区域）。

（2）The Ribbon（Ribbon 菜单）。

（3）Quick Access Toolbar（快速访问工具栏）。

（4）Navigation（导航工具）。

（5）UCS Icon and 3D Gizmos（UCS 图标以及 3D Gizmos）。

（6）Visual Styles（视觉样式）。

（7）Object Visibility（对象可见性）。

（8）Object Selection（对象选择）。

（9）Object Creation（对象创建）。

1.3.2 增强的图层特性管理器

AutoCAD 2011 新功能的最大亮点：提供了更为强大的三维自由形状设计。

1．创建程序曲面及NURBS曲面

AutoCAD 2011 引入了增强的曲面建模功能，并新增了创建 NURBS 曲面的功能。这种曲面类型具有控制点（CV），这些控制点允许用户以造型物理模型的方式来“造型”对象。NURBS 曲面以 Bezier 曲线（或称平滑曲线）为基础，这使得它们成为创建诸如汽车、船只和吉他等曲线式对象的理想工具。

（1）创建曲面的一种方法是使用曲线网络。“SURFNETWORK”命令可使用 U 和 V 方向的曲线所构成的网络，创建类似于放样曲面的曲面。还可以使用没有全部连接的曲线创建网络曲面。生成的曲面可能是程序曲面或 NURBS 曲面。

（2）另一种创建曲面的方法是对各现有曲面进行过渡，使其成为一个曲面。例如，汽车发动机盖由多个小曲面组成，但看上去却是一个曲面，这是因为它们具有平滑的曲面连续性和幅值。

2．编辑程序曲面及NURBS曲面

NURBS 曲面提供了比传统的程序曲面更强大的建模功能，因为前者有控制点（CV）。而另一方面，程序曲面则拥有关联建模优势。在某些情况下，编辑曲面之后，设计者可能对整体平滑度和形状不满意，此时可以使用“CVREBUILD”命令更改 NURBS 曲面或曲线的整体 CV 结构。通过更改曲线阶数和控制点数目，可以恢复曲面的整体平滑度和形状。

借助于几种诊断工具，读者可以检查模型中曲面的质量，这些工具包括斑纹分析、曲率分析和脱模分析。斑纹分析可将条纹投影到模型上，以分析“曲面连续性”，即曲面间相互相交的方式。

修剪和取消修剪曲面在曲面建模工作中与合并、减除和相交在实体建模工作中一样常用。程序曲面和 NURBS 曲面都可通过“SURFTRIM”和“SURFUNTRIM”命令进行编辑。形成无间隙封闭区域的一组曲面可以通过自动修剪及合并来生成单个三维实体对象。

3．将几何体投影到曲面上

与将电影投影到银幕上相似，可以将曲线投影到程序曲面和 NURBS 曲面上。此操作可



以在曲面上创建修剪边。可以从不同方向投影曲线，如 UCS、两点和视图。

4．使用关联曲面和约束

与图案填充和标注一样，曲面也可以是关联的。移动或修改一个曲面时，所有关联的曲面会自动随之调整。当拉伸图形的一个侧面或重塑其形状时，所有关联的曲面将相应调整。使用“SURFACEASSOCIATIVITY”系统变量可以打开和关闭关联性。

关联性还可用于将数学表达式和参数化约束应用于曲面。数学表达式可以应用于半径和高度等的曲面特性。例如，可以指定曲面高度始终是一个实心长方体长度的一半。参数化约束可限制一个对象距离其他对象的相对位置。

5．修改面

几种增强功能提供了修改网格面的其他工具。例如，可以选择相邻网格面并将其合并来创建单个面（MESHMERGE）。

AutoCAD 2011 以前的版本可以使用适用于三维实体对象的命令（EXTRUDE）拉伸网格面。但是，对于平滑网格，相邻面会延伸形成单独的“丘”，而没有公共边。使用新的基于网格的命令（MESHEXTRUDE），默认情况下相邻面会在拉伸时进行合并。通过更改设置，还可以将面拉伸形成单独的“丘”。还可以旋转相邻三角面的边来更改面的方向（MESHSPIN）。

此外，也可以合并选定网格面或边的顶点，此方法（MESHCOLLAPSE）常常可用于修复网格中的孔。可使用 REVOLVE、EXTRUDE、LOFT 和 SWEEP 方法来拉伸实体边和曲面边。还可以对曲面和实体的边子对象进行旋转、拉伸、放样和扫掠。

1.4 AutoCAD 2011 的基本操作

AutoCAD 2011 的基本操作包括文件操作、坐标系操作和使用帮助。AutoCAD 2011 是应用于 Windows 操作系统上的应用软件包，跟众多类似的软件包一样，文件操作是 AutoCAD 2011 的基本操作。AutoCAD 2011 的基本功能是绘制图形，它默认一切绘图操作都是在某种坐标系中进行的。要正确绘制图形，必须先熟悉坐标系操作。用户在使用 AutoCAD 2011 中若遇到问题，则可以随时查询帮助文件，获得解答。

1.4.1 文件操作

AutoCAD 2011 对图形文件与非图形文件的操作与 Windows 是兼容的。没有任何文件的 AutoCAD 2011 窗口是一个 Windows 窗口。文件的“新建”、“打开”、“保存”命令位于下拉菜单“文件”中。

在 AutoCAD 2011 的命令中，还有两种方法操作文件。一是单击快速访问工具栏中文件“新建”、“打开”、“保存”按钮，如图 1-7 所示；二是直接在命令行中输入“new”、“open”、“save”。



图 1-7 快速访问工具栏

AutoCAD 2011 允许使用 Windows 关于文件的其他操作命令。这些命令放在鼠标命令菜

单中。在 AutoCAD 2011 的运行中，在画图区域单击鼠标右键，屏幕将出现包含这些文件操作命令的菜单，如图 1-8 所示。



图 1-8　文件操作命令菜单

AutoCAD 2011 具有强大的图像、文字处理功能，可以直接对这些非图形文件及其内容进行操作。

1.4.2　坐标系介绍

在 AutoCAD 2011 中有两个坐标系：一个是被称为世界坐标系（WCS）的固定坐标系；一个是被称为用户坐标系（UCS）的可移动坐标系。默认情况下，这两个坐标系在新图形中是重合的。

通常在 AutoCAD 2011 二维视图中，WCS 的水平向右为 *X* 轴正向，垂直向上为 *Y* 轴正向（垂直于 *XY* 平面指向用户的是 *Z* 轴正向，可在三维视图中看到）。WCS 的原点为 *X* 轴和 *Y* 轴的交点（0,0）。图形文件中的所有对象均由其 WCS 坐标定义。

WCS 总是出现在用户图样上，是基准坐标系。而其他的坐标系都是相对于它来确定的，这些坐标系被称为用户坐标系（User Coordinate System，UCS），可以通过 UCS 命令创建，使用可移动的 UCS 创建和编辑对象通常更方便。尽管 WCS 是固定的，但用户仍然可以在不改变坐标系的情况下，从各个方向，各个角度观察实体。当视角改变后，坐标系图标也会随之改变，如图 1-9 所示，显示了绘图常用视角的坐标系图标。

坐标系是可以被改变的。AutoCAD 2011 系统提供了相关面板，可以实现视角不变、坐标系改变，如图 1-10 所示。用户将在三维造型中大量使用坐标系命令。

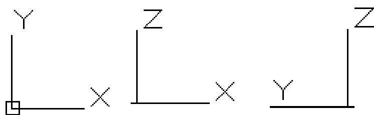


图 1-9　俯视图、前视图、左视图的坐标系图标

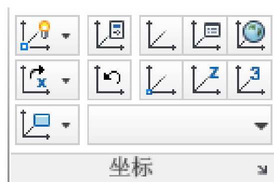


图 1-10　“坐标”面板

1.4.3　使用帮助

AutoCAD 2011 提供了强大的帮助功能。

在“菜单浏览器”中打开“帮助”菜单，选择其中的“帮助”命令，即出现“AutoCAD 2011 帮助-Microsoft Internet Explorer”界面，如图 1-11 所示。

帮助功能界面中左边第一个卡片是目录卡片。它按树型结构排列命令目录。如果用户熟悉有关信息所在位置，可以直接在目录卡片中查找。

右上角是搜索框。在文字框中键入需要了解的命令拼写或部分命令拼写，系统就会立即在下面列表框中列出相关内容供选择。这对初学者十分有利。索引显示的内容是按字母顺序排列的，如图 1-12 所示。

最右边是新功能选项，选择相应项目可以打开新功能学习，如图 1-13 所示。



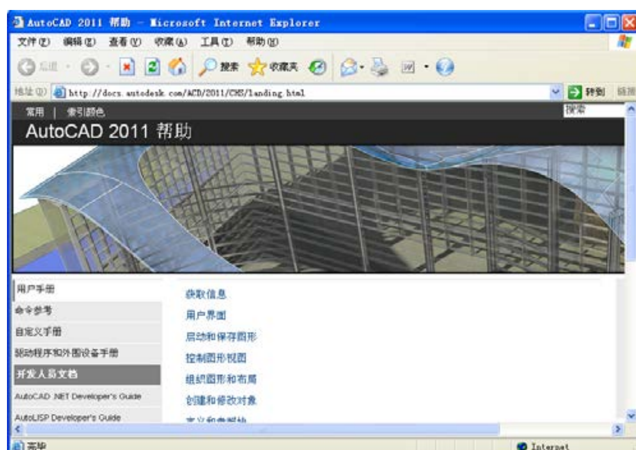


图 1-11　“AutoCAD 2011 帮助-Microsoft Internet Explorer”界面

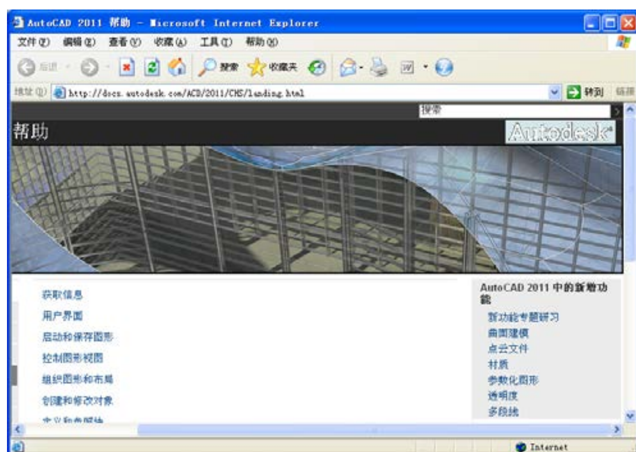


图 1-12　索引卡片

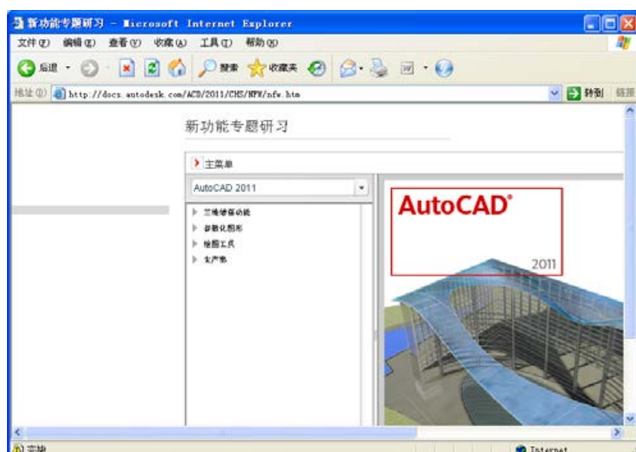


图 1-13　学习新功能界面

如用户想知道创建程序曲面及 NURBS 曲面的功能，则打开的界面如图 1-14 所示。



图 1-14 “创建程序曲面及 NURBS 曲面”帮助

1.5 平面图形绘制命令

利用 AutoCAD 2011 的平面图形绘制功能，可以绘制各种电气图样。平面图形都由直线和曲线组合而成。AutoCAD 2011 提供了很多绘制直线图形、曲线图形的命令，它们包括直线段、射线等直线图形的绘制命令和圆、圆弧、多边形等曲线图形的绘制命令，还可以填充图形、绘制表格，以便绘制建筑墙面和图样的明细表。

使用最方便的绘制平面图形的命令是图标按钮格式。AutoCAD 2011 把它们集中放在“绘图”面板中，如图 1-15 所示。使用这些命令可以绘制直线、曲线、填充、表格等图形，下面介绍常用的几种。

1.5.1 直线段

如图 1-16 所示，单击“直线”命令按钮，即可根据命令行的提示连续绘制指定长度、角度的直线段。



图 1-15 “绘图”面板

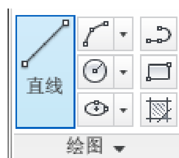


图 1-16 “直线”命令按钮

直线的要素是起点和终点，或者长度与角度。输入直线的起点、终点坐标即可绘制直线。下面通过不同的坐标输入法绘制直线。



【示例 1】 用绝对坐标输入直线起点和端点，绘制直线段，按命令行的提示操作。

```
命令: _line
指定第一点: 0,0（按绝对坐标输入直线段的起点）
指定下一点或 [放弃(U)]: 100,30（按绝对坐标输入直线段的端点）
指定下一点或 [放弃(U)]:（按〈Enter〉键）
```

效果如图 1-17 所示。

【示例 2】 用相对坐标输入直线的端点绘制直线段，按命令行的提示操作。

```
命令: _line
指定第一点:（单击确定直线段的起点）
指定下一点或 [放弃(U)]: @100,30（按相对坐标输入直线段的端点）
指定下一点或 [放弃(U)]:（按〈Enter〉键）
```

效果如图 1-18 所示。

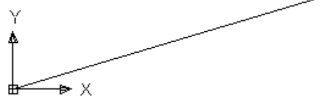


图 1-17　按绝对坐标绘制直线段

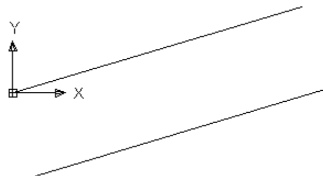


图 1-18　按相对坐标绘制直线段

【示例 3】 用极坐标输入直线端点，用确定长度与角度的方法绘制直线段，按命令行的提示操作。

```
命令: _line
指定第一点: （捕捉上一例绘制的直线左端点）
指定下一点或 [放弃(U)]: @100<30（按极坐标输入直线段的端点，长度 100，与水平夹角 30°）
指定下一点或 [放弃(U)]:（按〈Enter〉键）
```

效果如图 1-19 所示。

【电气示例】 绘制二极管符号。

操作步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮准备绘制直线，按命令行的提示进行操作。

```
命令: _line
指定第一点:（单击确定直线的起点）
指定下一点或 [放弃(U)]:@0,5（按相对坐标确定直线端点）
指定下一点或 [放弃(U)]:（按〈Enter〉键）
```

效果如图 1-20 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在垂直直线中点，长度为 5 的水平直线，效果如图 1-21 所示。



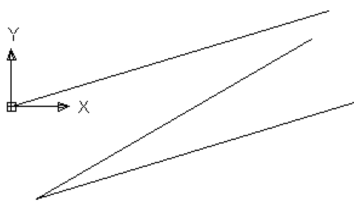


图 1-19　按极坐标绘制直线段



图 1-20　绘制垂直直线

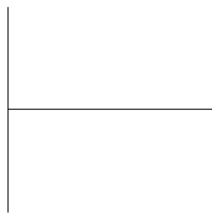


图 1-21　绘制水平直线

（3）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制垂直直线上端点和水平直线右端点连线，效果如图 1-22 所示。

（4）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制垂直直线下端点和水平直线右端点连线，效果如图 1-23 所示。

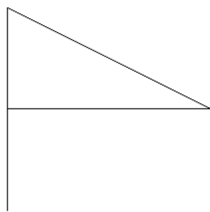


图 1-22　绘制上边的斜线

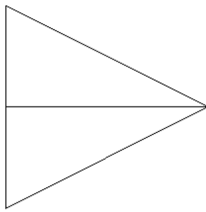


图 1-23　绘制下边的斜线

（5）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在水平直线右端点，长度为 2.5，方向向上的垂直直线，效果如图 1-24 所示。

（6）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在水平直线右端点，长度为 2.5，方向向下的垂直直线，效果如图 1-25 所示。

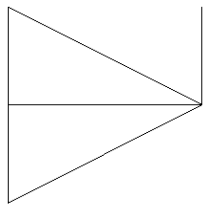


图 1-24　绘制向上的垂直直线

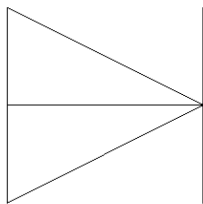


图 1-25　绘制向下的垂直直线

（7）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 1-26 所示端点，长度为-2.5 的水平直线，效果如图 1-27 所示。

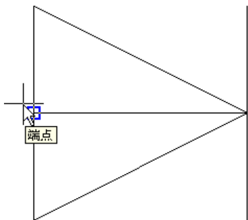


图 1-26　捕捉端点

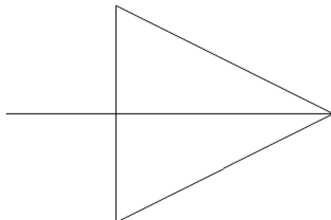


图 1-27　绘制水平直线



（8）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 1-28 所示端点，长度为 2.5 的水平直线，效果如图 1-29 所示。

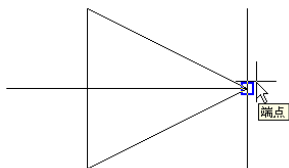


图 1-28　再次捕捉端点

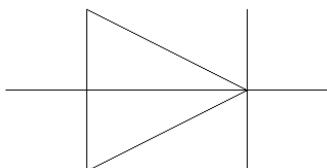


图 1-29　绘制水平向右的直线

1.5.2　多段线

用户单击“多段线”命令按钮，即可根据命令行的提示连续绘制指定长度、角度的多段线。如图 1-30 所示为“多段线”绘制命令在绘图面板中的位置。

【示例】 按命令行的提示，绘制曲折的多段线。

```
命令: _pline
指定起点: 0,0
当前线宽为 0.0000
指定下一个点或 [圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: 10,0
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @0,10
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @10,0
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @0,10
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: *取消*（按〈Esc〉键）
```

效果如图 1-31 所示。



图 1-30　“多段线”命令按钮

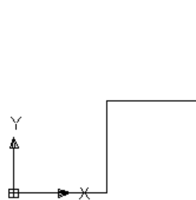


图 1-31　多段线

【电气图示例】 绘制避雷器符号。

操作步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“多段线”命令按钮，按命令行的提示进行操作并绘制矩形。

```
命令: _pline
指定起点:（单击确定一点）
当前线宽为 0.0000
指定下一个点或 [圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @0,10（以下按相对坐标输入线段端点）
```

第 1 章
2
3
4
5
6
7
8
9
附录

```
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @5,0（阶段效果如图 1-32 所示）
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @0,-10
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @-5,0
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:（按〈Enter〉键）
```

效果如图 1-33 所示。

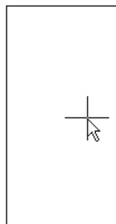


图 1-32　绘制折线

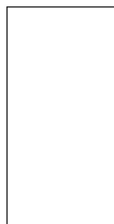


图 1-33　绘制矩形

（2）单击“绘图”面板中的“多段线”命令按钮，绘制起点在如图 1-34 所示中点，垂直向上的直线，长度为 8，效果如图 1-35 所示。

（3）单击“绘图”面板中的“多段线”命令按钮，绘制起点在矩形下边中点，垂直向下的直线，长度为 8，效果如图 1-36 所示。

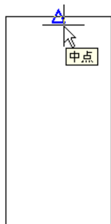


图 1-34　捕捉中点

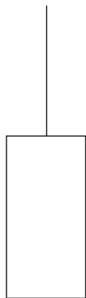


图 1-35　绘制向上的直线

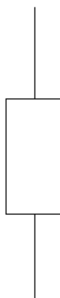


图 1-36　绘制向下的直线

（4）单击“绘图”面板中的“多段线”命令按钮，按命令行的提示进行操作绘制箭头。

```
命令: _pline
指定起点: （捕捉如图 1-37 所示端点）
当前线宽为 0.0000
指定下一个点或 [圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @0,5
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: w
指定起点宽度 <0.0000>: 2
指定端点宽度 <2.0000>: 0
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @0,3
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:
```

效果如图 1-38 所示。



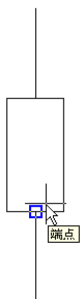


图 1-37　捕捉端点

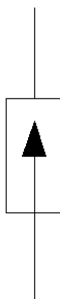


图 1-38　绘制箭头

1.5.3　圆

圆是构成图形的基本元素，单击“圆”命令按钮，即可根据命令行的提示绘制指定圆心和半径的圆。如图 1-39 所示为“圆”绘制命令在绘图面板中的位置。

可以根据不同的条件绘制圆，在“圆”命令按钮右侧单击小三角打开命令下拉菜单，单击其中的按钮选项就可以进行绘制，如图 1-40 所示，下面通过具体实例演示这些圆的不同绘制方法。

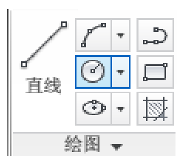


图 1-39　“圆”绘制命令按钮



图 1-40　圆命令下拉菜单

【示例 1】 通过圆心和半径绘制圆，按命令行的提示操作。

```
命令: _circle
指定圆的圆心或 [三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)]:0,0（输入圆心坐标）
指定圆的半径或 [直径(D)]: 2（输入半径值）
```

效果如图 1-41 所示。

【示例 2】 通过圆心和直径绘制圆，单击“圆心，直径”按钮选项，按命令行的提示操作。

```
命令: _circle
指定圆的圆心或 [三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)]:0,0（输入圆心坐标）
指定圆的半径或 [直径(D)]: _d 指定圆的直径: 10（输入直径值）
```

效果如图 1-42 所示。



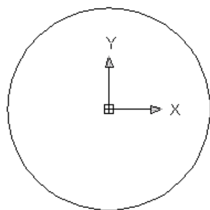


图 1-41　通过圆心和半径绘制圆

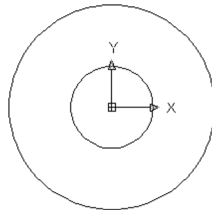


图 1-42　通过圆心和直径绘制圆

【示例 3】 通过圆上的三个点绘制圆，单击“三点”按钮选项，按命令行的提示操作。

命令: _circle
指定圆的圆心或 [三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)]: _3p 指定圆上的第一个点:（如图 1-43 所示，把光标靠近三角形的一个顶点，单击输入该端点的坐标）
指定圆上的第二个点:（如图 1-44 所示，把光标靠近三角形的第二个顶点，单击输入该端点的坐标）
指定圆上的第三个点:（如图 1-45 所示，把光标靠近三角形的第三个顶点，单击输入该端点的坐标）

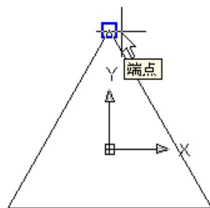


图 1-43　捕捉第一个端点

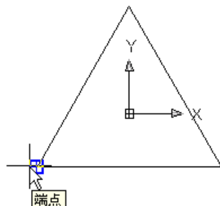


图 1-44　捕捉第二个端点

效果如图 1-46 所示。

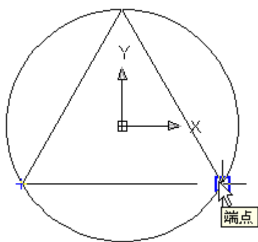


图 1-45　捕捉第三个端点

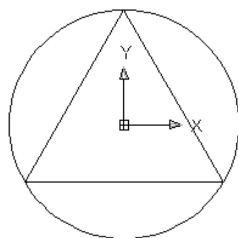


图 1-46　通过三个点绘制圆

【示例 4】 通过圆直径上的端点绘制圆，单击“两点”按钮选项，按命令行的提示操作。

命令: _circle
指定圆的圆心或 [三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)]: _2p 指定圆直径的第一个端点:（如图 1-46 所示，把光标靠近六边形顶边的中点，单击输入该中点的坐标）
指定圆上的第二个点:（如图 1-47 所示，把光标靠近六边形底边的中点，单击输入该中点的坐标）

效果如图 1-48 所示。



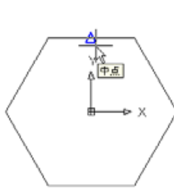


图 1-46　捕捉第一个中点

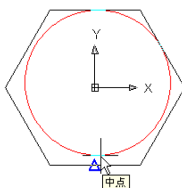


图 1-47　捕捉第二个中点

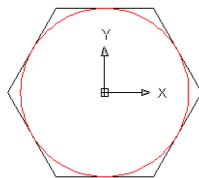


图 1-48　通过两个点绘制圆

【示例 5】 通过圆上三个要素：相切、相切和半径绘制圆。单击“相切、相切、半径”按钮选项，按命令行的提示操作。

```
命令: _circle
指定圆的圆心或 [三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)]: _ttr
指定对象与圆的第一个切点:（如图 1-49 所示，把光标靠近六边形一条边，单击输入该切点的坐标）
指定对象与圆的第二个切点:（如图 1-50 所示，把光标靠近六边形另一条边，单击输入该切点的坐标）
指定圆的半径 <80.4412>:10（输入圆的半径值）
```

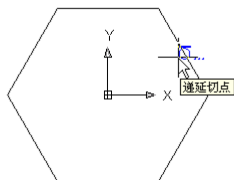


图 1-49　捕捉第一个切点

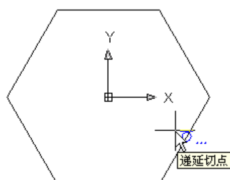


图 1-50　捕捉第二个切点

效果如图 1-51 所示。

【电气图示例】 绘制双绕组变压器符号。

操作步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制ϕ10 圆。

（2）单击“修改”面板中的“复制对象”命令按钮，把ϕ10 圆垂直向上复制一份，复制距离为 8，效果如图 1-52 所示。

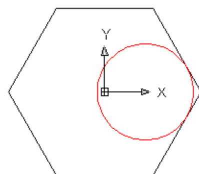


图 1-51　绘制出圆

（3）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 1-53 所示象限点，长度为 3 并且垂直向上的直线，效果如图 1-54 所示。

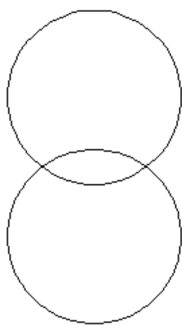


图 1-52　绘制并复制圆

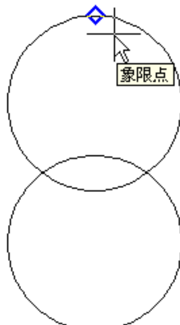


图 1-53　捕捉象限点

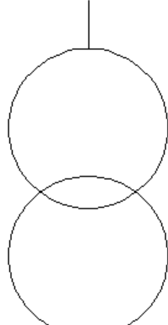


图 1-54　绘制直线

（4）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 1-55 所示象限点，长度为 3 并且垂直向下的直线，效果如图 1-56 所示。

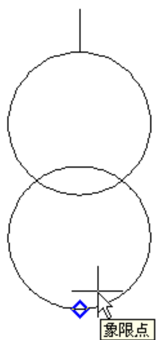


图 1-55　捕捉另一个象限点

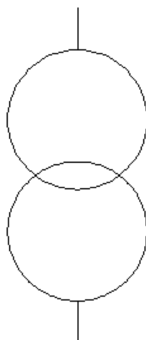


图 1-56　绘制向下的直线

▷▷▷ 1.5.4　圆弧

如图 1-57 所示为“圆弧”命令按钮在“绘图”面板中的位置。

根据不同的绘制条件，圆弧也有多种绘制方法，用户可以根据具体的绘图需要自行选择。在“圆弧”命令按钮右侧单击小三角打开命令下拉菜单，单击其中的按钮选项就可以进行绘制，如图 1-58 所示，下面通过实例来让读者熟悉这些方法。



图 1-57 “圆弧”命令按钮

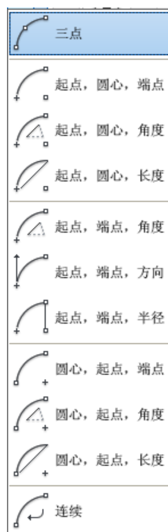


图 1-58 “圆弧”命令下拉菜单

【示例 1】 通过圆弧上 3 个点绘制圆弧，按命令行的提示操作。

```
命令: _arc
指定圆弧的起点或 [圆心(C)]:（捕捉如图 1-59 所示的中点）
指定圆弧的第二个点或 [圆心(C)/端点(E)]:（捕捉如图 1-60 所示的中点）
指定圆弧的端点:（捕捉如图 1-61 所示的中点）
```



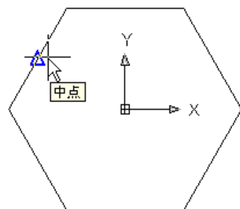


图 1-59　捕捉第 1 个点

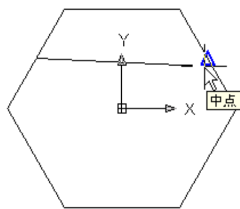


图 1-60　捕捉第 2 个点

效果如图 1-62 所示。

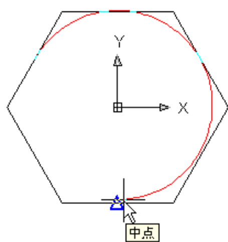


图 1-61　捕捉第 3 个点

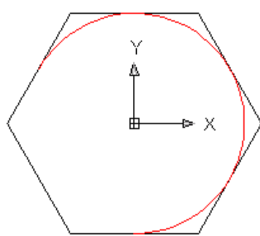


图 1-62　根据 3 点绘制圆弧

【示例 2】 根据圆弧的起点、圆心和端点绘制圆弧，单击“起点、圆心、端点”按钮选项，按命令行的提示操作。

```
命令: _arc
指定圆弧的起点或 [圆心(C)]:（捕捉如图 1-63 所示的端点）
指定圆弧的第二个点或 [圆心(C)/端点(E)]: _c 指定圆弧的圆心:（捕捉如图 1-64 所示的端点）
指定圆弧的端点或 [角度(A)/弦长(L)]:（捕捉如图 1-65 所示的端点）
```

效果如图 1-66 所示。

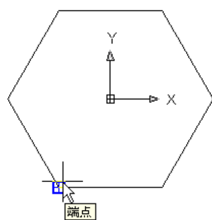


图 1-63　捕捉圆弧的起点

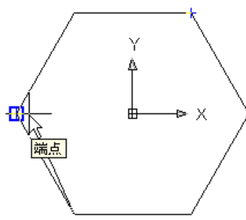


图 1-64　捕捉圆弧的圆心

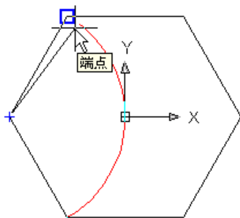


图 1-65　捕捉圆弧的端点

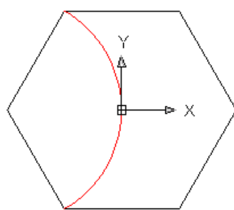


图 1-66　根据起点、圆心和端点绘制圆弧

【示例 3】 根据圆弧的起点、端点和角度绘制圆弧，单击“起点、端点、角度”按钮选项，按命令行的提示操作。

```
命令: _arc
指定圆弧的起点或 [圆心(C)]:（捕捉如图 1-67 所示的端点）
指定圆弧的第二个点或 [圆心(C)/端点(E)]: _e 指定圆弧的端点:（捕捉如图 1-68 所示的端点）
指定圆弧的圆心或 [角度(A)/方向(D)/半径(R)]: _a（出现如图 1-69 所示随光标闪动的过渡圆弧）
指定包含角: 190（输入角度值）
```

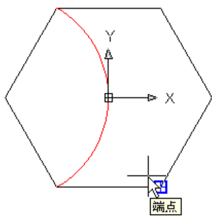


图 1-67 捕捉圆弧的起点

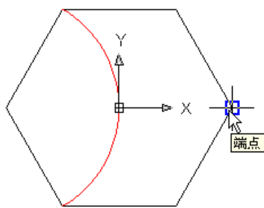


图 1-68 捕捉圆弧的端点

效果如图 1-70 所示。

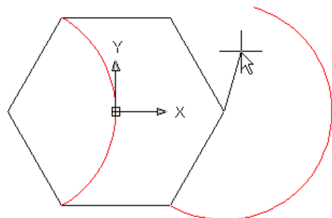


图 1-69 随光标闪动的过渡圆弧

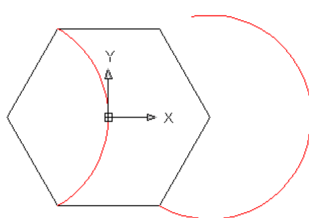


图 1-70 根据起点、端点和角度绘制圆弧

【示例 4】 根据圆弧的起点、圆心和长度绘制圆弧，单击“起点、圆心、长度”按钮选项，按命令行的提示操作。

```
命令: _arc
指定圆弧的起点或 [圆心(C)]:（捕捉如图 1-71 所示的端点）
指定圆弧的第二个点或 [圆心(C)/端点(E)]: _c
指定圆弧的圆心:（捕捉端点，系统立即绘制出随光标闪动的过渡圆弧，如图 1-72 所示。）
指定圆弧的端点或 [角度(A)/弦长(L)]: _l
指定弦长: 15（输入弦长值）
```

效果如图 1-73 所示。

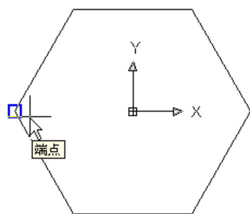


图 1-71 捕捉圆弧的起点

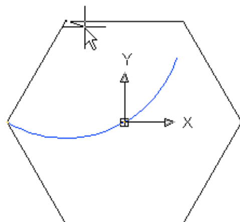


图 1-72 随光标闪动的过渡圆弧



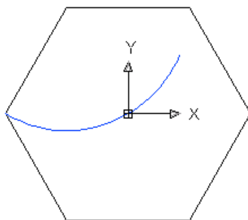


图 1-73　根据起点、圆心和长度绘制圆弧

【示例 5】 根据圆弧的起点、端点和半径绘制圆弧，单击“起点、端点、半径”按钮选项，按命令行的提示操作。

命令: _arc
指定圆弧的起点或 [圆心(C)]:（捕捉如图 1-74 所示的端点）
指定圆弧的第二个点或 [圆心(C)/端点(E)]: _e
指定圆弧的端点:（捕捉如图 1-75 所示的端点，系统绘制出随光标闪动的过渡圆弧，如图 1-76 所示）
指定圆弧的圆心或 [角度(A)/方向(D)/半径(R)]: _r
指定圆弧的半径: 15（输入半径值）

效果如图 1-77 所示。

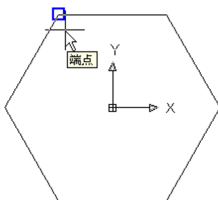


图 1-74　捕捉圆弧的起点

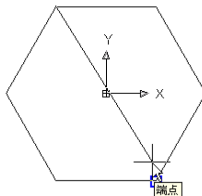


图 1-75　捕捉圆弧的端点

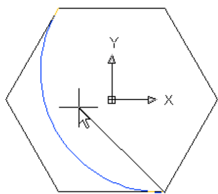


图 1-76　随光标闪动的过渡圆弧

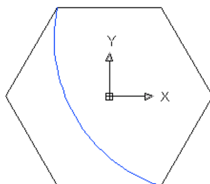


图 1-77　根据起点、端点和半径绘制圆弧

绘制完一段圆弧后，可以单击“圆弧”命令下拉菜单中的“继续”按钮选项，继续绘制下一段圆弧。

【示例 6】 单击“继续”命令按钮，按命令行的提示绘制圆弧。

命令: _arc
指定圆弧的起点或 [圆心(C)]:（系统默认上一次绘制的圆弧端点为新圆弧的起点，如图 1-78 所示）
指定圆弧的端点: （捕捉六边形左边的端点）



效果如图 1-79 所示。

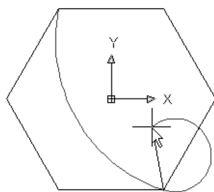


图 1-78　选择圆弧起点

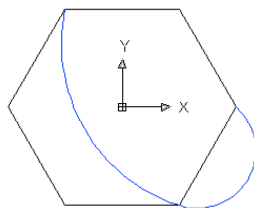


图 1-79　继续绘制圆弧

【电气图示例】 绘制长圆形外壳符号。

操作步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在原点，长度为 10 的水平直线，效果如图 1-80 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在点（0，4），长度为 10 的水平直线，效果如图 1-81 所示。



图 1-80　绘制一条直线



图 1-81　再绘制一条直线

（3）单击“绘图”面板中的“圆弧”命令按钮，绘制起点在如图 1-82 所示端点，终点在如图 1-83 所示端点，半径为 2 的圆弧。按命令行的提示进行操作：

```
命令: _arc 指定圆弧的起点或 [圆心(C)]:
指定圆弧的第二个点或 [圆心(C)/端点(E)]: _e
指定圆弧的端点:
指定圆弧的圆心或 [角度(A)/方向(D)/半径(R)]: _r 指定圆弧的半径: 2
```

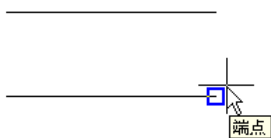


图 1-82　捕捉右边圆弧的起点



图 1-83　捕捉右边圆弧的端点

效果如图 1-84 所示。

（4）单击“绘图”面板中的“圆弧”命令按钮，绘制起点在如图 1-85 所示端点，终点在如图 1-86 所示端点，半径为 2 的圆弧，效果如图 1-87 所示。

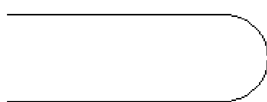


图 1-84　绘制右边圆弧



图 1-85　捕捉右边圆弧的起点



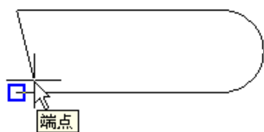


图 1-86　捕捉右边圆弧的端点

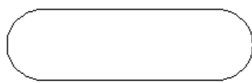


图 1-87　绘制左边圆弧

1.5.5　椭圆

“椭圆”命令按钮在“绘图”面板中的位置如图 1-88 所示。

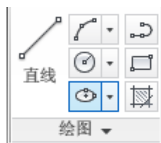


图 1-88　“椭圆”命令按钮

可以根据多种参数条件绘制出椭圆，下面通过具体实例学习这些绘制方法。

【示例 1】　根据椭圆的两个轴绘制椭圆，按命令行的提示操作。

命令: _ellipse
指定椭圆的轴端点或 [圆弧(A)/中心点(C)]:-100,0（输入一个轴的一个端点）
指定轴的另一个端点:10,0（输入该轴的另一个端点，屏幕出现如图 1-89 所示随光标闪动的过渡椭圆）
指定另一条半轴长度或 [旋转(R)]:6（输入另一条半轴长度值）

效果如图 1-90 所示。

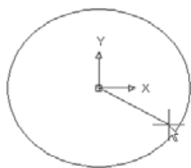


图 1-89　随光标闪动的过渡椭圆

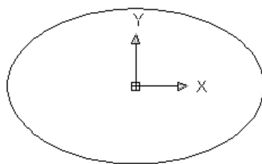


图 1-90　根据两个轴绘制椭圆

【示例 2】　根据椭圆的长轴和转角绘制椭圆，按命令行的提示操作。

命令: _ellipse
指定椭圆的轴端点或 [圆弧(A)/中心点(C)]:0,0（输入一个轴的一个端点）
指定轴的另一个端点:10,0（输入该轴的另一个端点，屏幕出现如图 1-91 所示随光标闪动的过渡椭圆）
指定另一条半轴长度或 [旋转(R)]: r（执行输入转角选项）
指定绕长轴旋转的角度: 50（输入转角角度值）

效果如图 1-92 所示。

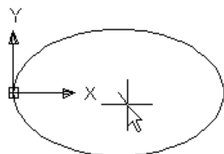


图 1-91　随光标闪动的过渡椭圆

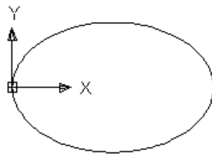


图 1-92　根据长轴和转角绘制椭圆

【示例 3】 根据椭圆的中心和两轴绘制椭圆，按命令行的提示操作。

```
命令: _ellipse
指定椭圆的轴端点或 [圆弧(A)/中心点(C)]: c（执行输入椭圆中心点选项）
指定椭圆的中心点:0,0（输入中心点坐标）
指定轴的端点:15,0（出现如图 1-93 所示随光标闪动的过渡椭圆）
指定另一条半轴长度或 [旋转(R)]: 5（输入另一条半轴长度值）
```

效果如图 1-94 所示。

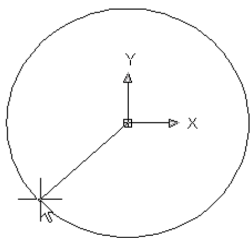


图 1-93 随光标闪动的过渡椭圆

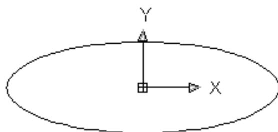


图 1-94 根据中心和两轴绘制椭圆

椭圆弧的绘制方法与椭圆类似，如图 1-95 所示为“椭圆弧”命令按钮在绘图面板中的位置。

▷▷▷ 1.5.6 多边形

“多边形”命令按钮在“绘图”面板中的位置如图 1-96 所示。



图 1-95 “椭圆弧”命令按钮

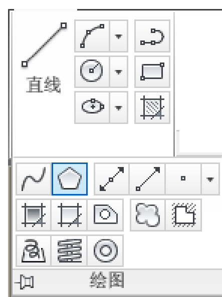


图 1-96 “多边形”命令按钮

可以根据多边形的内接圆半径、外接圆半径和边长绘制指定边数的多边形。下面通过两个实例来学习多边形的绘制方法。

【示例 1】 根据多边形边数和内接圆半径绘制多边形，按命令行的提示操作。

```
命令: _polygon
输入边的数目 <6>: 11（准备绘制 11 边形）
指定正多边形的中心点或 [边(E)]: 0,0（输入中心点坐标，屏幕出现如图 1-97 所示随光标闪动的
11 边形）
输入选项 [内接于圆(I)/外切于圆(C)] <I>:（执行输入内接圆半径选项）
指定圆的半径: 10（输入半径值）
```



效果如图 1-98 所示。

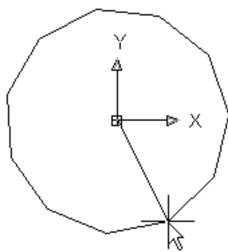


图 1-97　随光标闪动的 11 边形

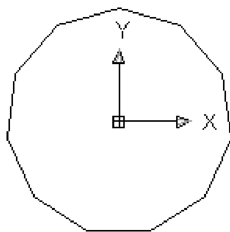


图 1-98　11 边形



注意　根据内接圆和外接圆绘制多边形过程中出现的随光标闪动的 11 边形不同，光标分别在顶点、中点上，如图 1-99 所示。

【示例 2】 根据多边形边数和边长绘制多边形，根据命令行的提示操作。

命令: _polygon
输入边的数目 <6>:7（准备绘制 7 边形）
指定正多边形的中心点或 [边(E)]: e（执行输入边的选项）
指定边的第一个端点: 0,0（指定边的起点）
指定边的第二个端点: 5,0（指定边的端点）

效果如图 1-100 所示。

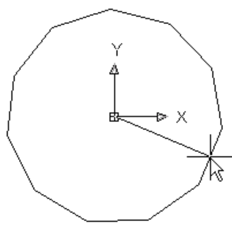


图 1-99　随光标闪动的 11 边形

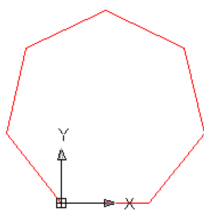


图 1-100　7 边形

1.5.7　矩形

矩形是一种特殊的多边形，“矩形”命令按钮在“绘图”面板中的位置如图 1-101 所示。常用的矩形可以分为矩形、圆角矩形、倒角矩形 3 种，下面通过实例来学习如何绘制这 3 种矩形。

【示例 1】 根据命令行的提示，绘制一个标准矩形。

命令: _rectang
指定第一个角点或 [倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]:0,0（输入矩形的第一个角点坐标）
指定另一个角点或 [尺寸(D)]: 100,200（输入矩形的第二个角点坐标）



效果如图 1-102 所示。



图 1-101 “矩形”命令按钮

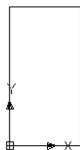


图 1-102 标准矩形

【示例 2】 根据命令行的提示，绘制一个圆角矩形。

命令: _rectang
指定第一个角点或 [倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]: f（执行绘制圆角矩形选项）
指定矩形的圆角半径<0.0000>: 20（输入圆角半径）
指定第一个角点或 [倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]: -100,-100（输入矩形的第一个角点坐标）
指定另一个角点或 [尺寸(D)]: 50,100（输入矩形的第二个角点坐标）

效果如图 1-103 所示。

【示例 3】 根据命令行的提示，绘制一个倒角矩形。

命令: _rectang
指定第一个角点或 [倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]:c（执行绘制倒角矩形选项）
指定矩形的第一个倒角距离 <0.0000>: 20（输入第一个倒角距离）
指定矩形的第二个倒角距离 <5.0000>: 40（输入第一个倒角距离）
指定第一个角点或 [倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]: -150,-150（输入矩形的第一个角点坐标）
指定另一个角点或 [尺寸(D)]: 150,150（输入矩形的第二个角点坐标）

效果如图 1-104 所示。

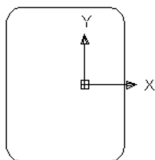


图 1-103 圆角矩形

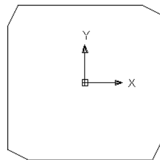


图 1-104 倒角矩形

【电气图示例】 绘制电缆密封终端符号。

操作步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制长度为 10 的垂直直线，效果如图 1-105 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“正多边形”命令按钮，以直线为边，按命令行的提示绘制等边三角形。

命令: _polygon



```
输入边的数目 <4>: 3（确定绘制三角形）
指定正多边形的中心点或 [边(E)]: e（使用边绘制三角形）
指定边的第一个端点: （捕捉直线下端点）
指定边的第二个端点: （如图 1-106 所示捕捉直线上端点）
```

效果如图 1-107 所示。



图 1-105　绘制直线

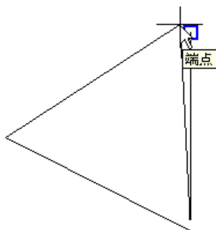


图 1-106　捕捉端点

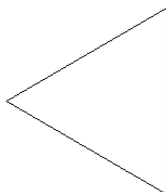


图 1-107　绘制三角形

（3）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在三角形左边顶点，长度为 10，水平向左的直线，效果如图 1-108 所示。

（4）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在三角形右边中点，长度为 10，水平向右的直线，效果如图 1-109 所示。

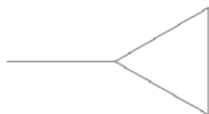


图 1-108　绘制水平向左的直线

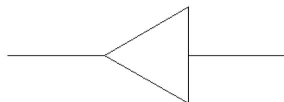


图 1-109　绘制水平向右的直线

（5）单击“修改”面板中的“复制对象”命令按钮，把右边的直线向上复制一份，复制距离为 3，效果如图 1-110 所示。

（6）单击“修改”面板中的“复制对象”命令按钮，把右边的直线向下复制一份，复制距离为-3，效果如图 1-111 所示。

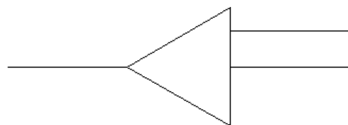


图 1-110　向上复制直线

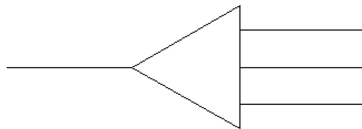


图 1-111　向下复制直线

1.5.8　图案填充

图案填充广泛应用于表达剖面、墙体的用料情况，如图 1-112 所示为“图案填充”命令按钮在“绘图”面板中的位置。

【示例】 单击“图案填充”命令按钮，按命令行的提示给一个不规则截面打上剖面线。



图 1-112　“图案填充”命令按钮

命令: _bhatch（屏幕出现如图 1-113 所示“图案填充和渐变色”对话框，单击对话框右边的“边界”选项栏下面的“添加：拾取点”按钮，在如图 1-114 所示被填充图案内部单击，此图案须是闭合区域）

拾取内部点或 [选择对象(S)/删除边界(B)]:　正在选择所有对象...

正在选择所有可见对象...

正在分析所选数据...

正在分析内部孤岛...（屏幕再次出现如图 1-113 所示“图案填充和渐变色”对话框，单击“图案”右边的 … 按钮，在如图 1-115 所示“填充图案选项板”对话框中选择图案“ANSI31”）



图 1-113　“图案填充和渐变色”对话框

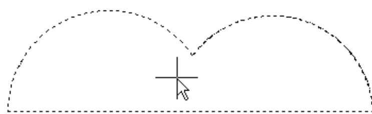


图 1-114　选择边界

单击“确定”按钮，回到“图案填充和渐变色”对话框中，选择合适的图案比例，单击“确定”按钮即可，效果如图 1-116 所示。

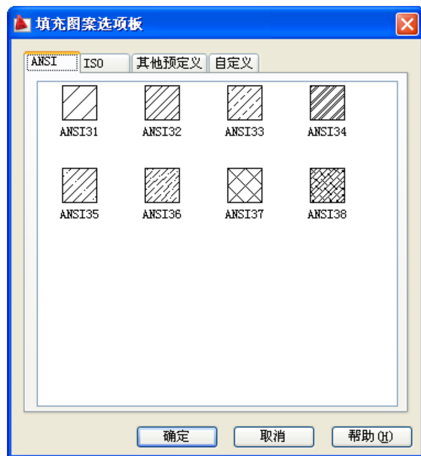


图 1-115　“填充图案选项板”对话框

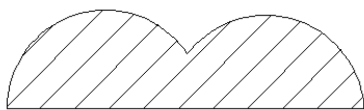


图 1-116　图案填充



【电气图示例】　绘制运行的移动变电站符号。

操作步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制$\phi2$圆。

（2）单击“修改”面板中的“复制对象”命令按钮，把$\phi2$ 圆向右复制一份，复制距离为 10，效果如图 1-117 所示。

（3）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制切圆。按命令行的提示进行操作。

```
命令: _circle
指定圆的圆心或 [三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)]: _ttr
指定对象与圆的第一个切点:（捕捉如图 1-118 所示切点）
指定对象与圆的第二个切点:（捕捉如图 1-119 所示切点）
指定圆的半径 <1.0000>: 5（输入圆半径）
```



图 1-117　绘制并复制圆

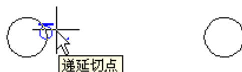


图 1-118　捕捉左边切点

效果如图 1-120 所示。



图 1-119　捕捉右边切点

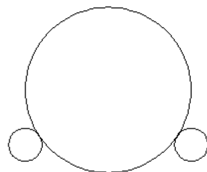


图 1-120　绘制切圆

（4）单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，弹出“图案填充和渐变色”对话框。使用如图 1-121 所示图案和比例给刚才绘制的圆填充斜剖面线，效果如图 1-122 所示。



图 1-121　“图案填充和渐变色”对话框

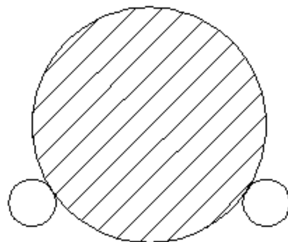


图 1-122　填充圆

1.5.9 表格

AutoCAD 2011 中的绘制表格的命令选项在如图 1-123 所示“绘图”菜单中的位置如下。

在“菜单浏览器”中选择“绘图”菜单中的“表格”命令选项，屏幕出现如图 1-124 所示的“插入表格”对话框。该对话框可以指定插入点或者插入窗口来插入表格，下面仔细介绍这两种插入方式。

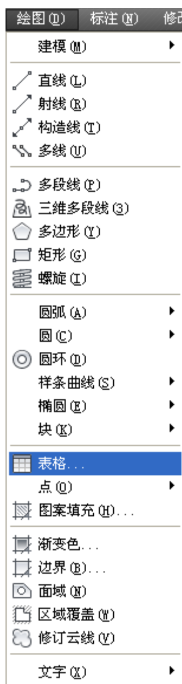


图 1-123 “表格”命令选项

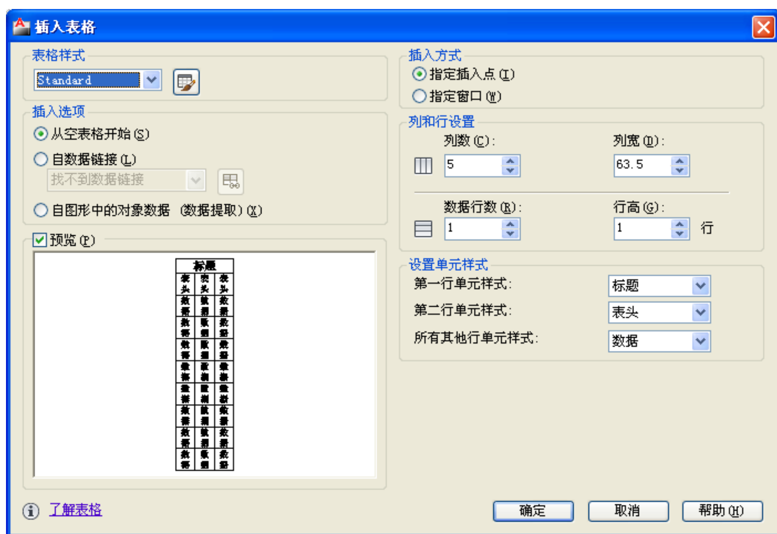


图 1-124 “插入表格”对话框

（1）指定插入点：指定表左上角的位置。可以使用定点设备，也可以在命令行输入坐标值。如果将表的方向设置为由下而上读取，则插入点位于表的左下角。

（2）指定窗口：指定表的大小和位置。可以使用定点设备，也可以在命令行输入坐标值。选定此选项时，行数和列宽取决于窗口的大小以及列和行设置。

不论选择哪种方式插入了表格，系统都将显示文字输入框让用户输入标题中的文字。要在其他栏框中输入文字，选择该栏框即可。如果要修改表格样式，可以单击“表格样式名称”右边的按钮，即可启动“表格样式”对话框，如图 1-125 所示。

可以单击“新建”按钮建立一个新的表格样式，也可以单击“修改”按钮修改正在使用的“Standard”样式，系统将弹出如图 1-126 所示的“修改表格样式:Standard”对话框。其中显示的单元样式是“数据”，用于修改表格中的数据。用户也可以在“单元样式”下拉列表中选择“表头”修改表头，如图 1-127 所示，或者在“单元样式”下拉列表中选择“标题”修改标题，如图 1-128 所示。



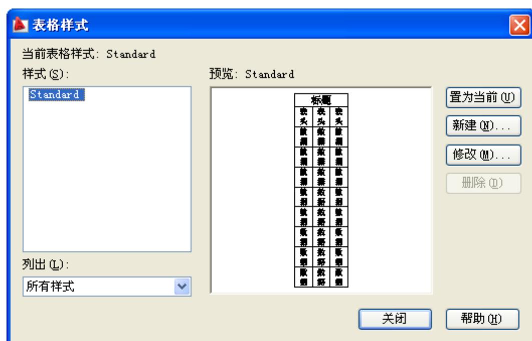


图 1-125　“表格样式”对话框



图 1-126　修改“数据”

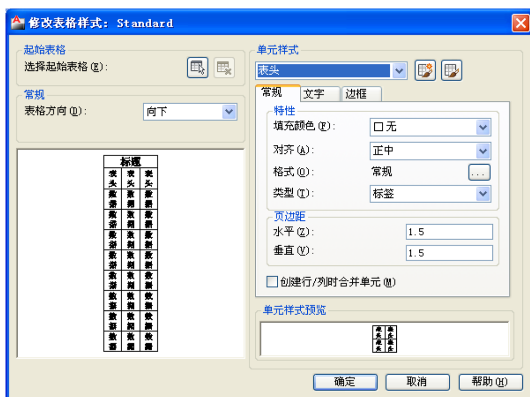


图 1-127　修改“表头”



图 1-128　修改“标题”

【电气图示例】 绘制线路配线方式符号表。

操作步骤如下。

（1）在“菜单浏览器”中选择“绘图”菜单中的“表格”命令选项，准备绘制表格。屏幕出现如图 1-129 所示“插入表格”对话框。在“列数”、“列宽”、“数据行数”和“行高”文本框中分别输入相应的数字。单击“确定”按钮，屏幕出现如图 1-130 所示虚拟表格，等待确定表格的位置。

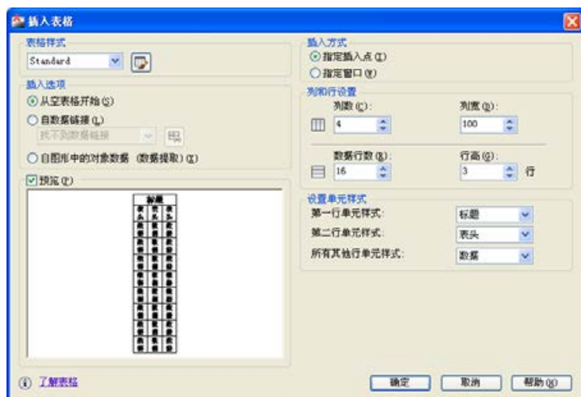


图 1-129　“插入表格”对话框

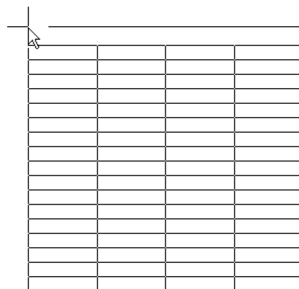


图 1-130　虚拟表格

（2）在适当位置单击，确定表格位置后，即出现如图 1-131 所示的“文字编辑器”面板，可以填写表格中的第一栏了。

图 1-131 “文字编辑器”面板

（3）在表格中的第一栏写入文字“线路配线方式符号表”，如图 1-132 所示。然后单击“文字编辑器”面板右边的“确定”按钮，即可填写表格中左边第一列的第一栏，如图 1-133 所示。对于其他的每一个格子，都可以双击，就会出现图 1-131 所示“文字编辑器”面板，可以填写表格中的每一个对应项目。

图 1-132 填写表题

图 1-133 准备填写第一列的第一栏

（4）顺次填写完表格即可，效果如图 1-134 所示。

线路配线方式符号表			
中文名称	旧符号	新符号	备注
暗敷	A	C	
明敷	M	E	
铝皮线卡配线	QD	AL	
电缆桥架配线		CT	
金属软管配线		F	
水煤气管配线	G	G	
瓷夹配线	CP	K	
钢索配线	S	M	
金属线槽配线	GC	MP	
电线管配线	DG	T	
塑料管配线	SG	P	
塑料夹配线		PL	含尼龙夹
塑料线槽配线	XC	PR	
钢管配线	GG	S	
槽板配线	CB		

图 1-134 填写完表格



1.5.10　图块

许多图形绘制一次即可，下次在别的图形中要使用它，可以通过复制、插入等方法调用，比如电气制图中的各种电气符号、电气图组，建筑制图中的桌椅、坐便器。各种各样的图形可以结合成一个整体，称为图块。使用图块可以快速绘制一些复杂图形，如机械装配图、建筑平面图等。还可以删除、替换这些图块，对修改设计而言非常方便。

1. 图块的定义

如图 1-135 所示，在“块”面板中单击“创建”命令按钮，即可按需要创建图块。屏幕出现如图 1-136 所示“块定义”对话框。



图 1-135　“块”面板

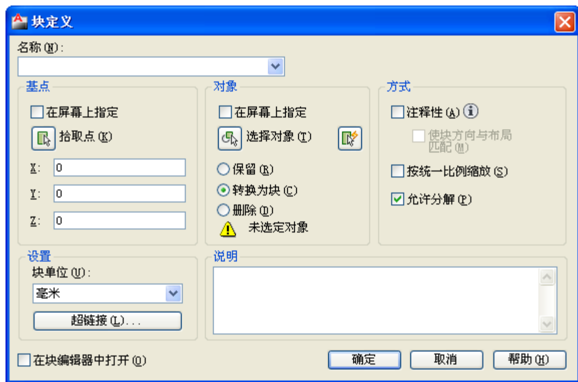


图 1-136　“块定义”对话框

根据“块定义”对话框的要求，选择要结合成图块的图形，指定拾取点，输入图块名称，插入单位后即可创建图块。这种方法创建的图块被称为“内部块”，只能在本次绘图过程中使用。

例如，要把如图 1-137 所示三相绕线转子电动机符号创建成一个图块，可以进行如下操作。

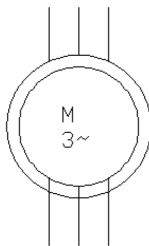


图 1-137　三相绕线转子电动机符号

（1）在“菜单浏览器”中选择“绘图”→“块”→“创建”命令，即可按需要创建图块。屏幕出现如图 1-136 所示的“块定义”对话框。

（2）在该对话框的“名称”下拉列表框中输入“三相绕线转子电动机”，指定图块名称。

（3）在“对象”栏中单击“选择对象”按钮，系统返回绘图区中，选择三相绕线转子电动机符号图形，按〈Enter〉键返回“块定义”对话框。

（4）在“对象”栏中选中“转换为块”单选项，将所选图形定义为块，效果如图 1-138 所示。

（5）在“基点”栏中单击“拾取点”按钮，返回绘图区中，拾取一个点，系统自动返回“块定义”对话框。

（6）在“块单位”下拉列表框中选择图块的单位，在此选择“毫米”选项，即以 mm 为单位插入图块，最后单击“确定”按钮即可。

现在就创建了一个名称为“三相绕线转子电动机”的图块，以后在需要绘制三相绕线转子电动机符号的场合，即可插入该图块，不必每次绘制它了。

要创建供以后绘图使用的图块，即“外部块”，可以在命令行窗口输入命令“WBLOCK”，将所创建的图块以图形文件的形式保存在计算机中，作为供外部引用的外部图块。这样形成的图形文件与其他图形文件一样可以打开、编辑和插入。具体操作如下。

（1）在命令行中输入“WBLOCK”命令，系统打开如图 1-139 所示的“写块”对话框。

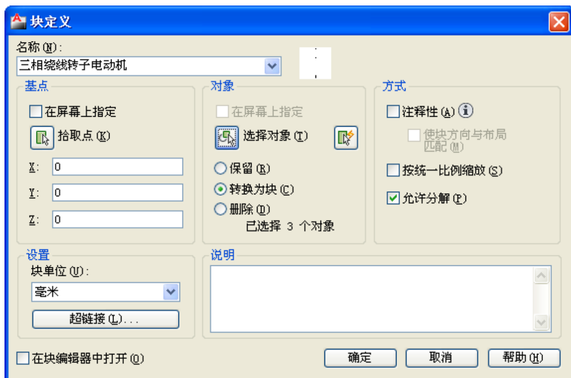


图 1-138 “块定义”对话框

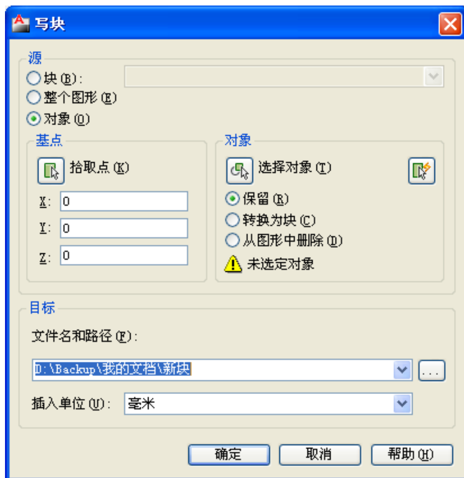


图 1-139 “写块”对话框

（2）在“源”选项栏中选中“对象”单选项，以选择对象的方式指定外部图块。

（3）在“对象”选项栏中单击“选择对象”按钮，系统返回绘图区中，以窗选方式选择需要的图形，按〈Enter〉键返回“写块”对话框。

（4）在“基点”选项栏中单击“拾取点”按钮，返回绘图区中，拾取一个点，返回“写块”对话框。

（5）在“目标”选项栏中的“文件名和路径”文本框中输入“三相绕线转子电动机（外）”，作为外部图块的名称。

（6）在“文件名和路径”下拉列表框右侧，单击...按钮，在打开的“浏览文件夹”对话框指定图块保存的位置。

（7）在“插入单位”下拉列表框中选择“毫米”选项，指定图块的插入单位。

（8）单击“确定”按钮。

使用“WBLOCK”命令定义的外部块实际是一个 DWG 图形文件，它不会保留图形中未用的层定义、块定义、线型定义等，因此可以将图形文件中的整个图形定义成外部块，并写入一个新文件。

如果用户要将内部图块保存到计算机中供其他图形调用，也可使用“WBLOCK”命令来完成。在“写块”对话框的“源”栏中选中“块”单选项，在其后的下拉列表框中选择已定义的内部图块名称，然后按照前面介绍的相应的操作方法进行设置即可。

2．图块的应用

如图 1-140 所示，单击“块”面板中的“插入”命令按钮，即可在图形中插入图块。



屏幕将出现如图 1-141 所示的“插入”对话框。



图 1-140　“插入”命令按钮

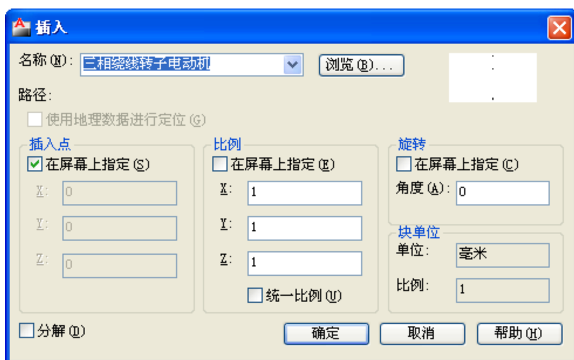


图 1-141　“插入”对话框

例如，要将前面定义的“三相绕线转子电动机（外）”外部图块插入当前正在绘制的图形中，具体操作如下。

（1）单击“插入”命令按钮，屏幕出现“插入”对话框。

（2）在该对话框中单击“浏览”按钮，系统打开如图 1-142 所示“选择图形文件”对话框。在该对话框中选择刚才做好的“三相绕线转子电动机（外）”外部图块文件，单击“打开”按钮。

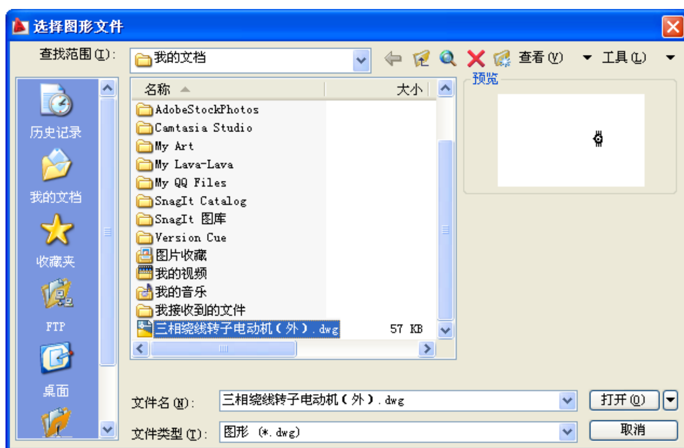


图 1-142　选择外部图块文件

（3）在“旋转”栏的“角度”文本框中输入“180”，将图块旋转 180°。

（4）单击“确定”按钮，系统返回绘图区中，根据系统提示指定图块插入。

命令: _insert
指定插入点或 [比例(S)/X/Y/Z/旋转(R)/预览比例(PS)/PX/PY/PZ/预览旋转(PR)]:（单击确定一点即可）
如果要插入内部图块，可在“插入”对话框的“名称”项目中选择相应的图块即可。

3．图块分解（EXPLODE）

图块插入之后，不能与其他图形进行运算，进行修改操作。为了能进行修改操作，必须

把图块还原成组成它的图形对象。执行这种功能的命令放在“修改”面板中，如图 1-143 所示，称为“分解”命令。

例如，把如图 1-144 所示夹窗图块分解为独立的图形对象，可按命令行的提示操作。

```
命令: _explode
选择对象: 指定对角点: 找到 1 个（使用窗口选择图形）
按〈Enter〉键确认
```



图 1-143 “分解”命令按钮

效果如图 1-145 所示。

注意分解之前整个图块只有左上角一个夹点，分解之后将出现各个独立图形的夹点。

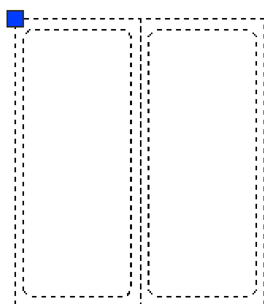


图 1-144 夹窗

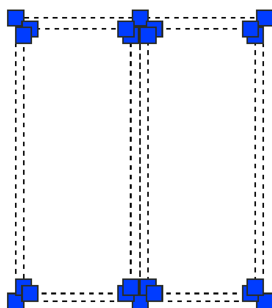


图 1-145 分解后的图形



注意 使用分解命令分解带属性的图块后，将使图块的属性值消失，还原为属性定义的标签。用“MINSERT”命令插入的图块或外部参照对象不能用“EXPLODE”命令分解。具有宽度的多段线分解后，AutoCAD 将放弃多段线的宽度和切线信息，分解后的多段线的宽度、线型、颜色将随当前层而改变。

1.5.11 绘制三相变压器

操作步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制ϕ20 圆，效果如图 1-146 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 1-147 所示象限点，垂直向上的直线段，效果如图 1-148 所示。

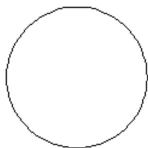


图 1-146 绘制圆



图 1-147 捕捉起点

（3）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，屏幕出现如图 1-149 所示的“阵列”对话框，设置好各项数值，以如图 1-150 所示点为阵列中心，把ϕ20 圆环形阵列 3 个，效果如图 1-151 所示。



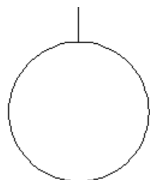


图 1-148　绘制直线段



图 1-149　“阵列”对话框

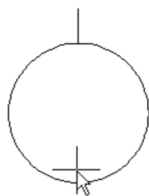


图 1-150　捕捉点

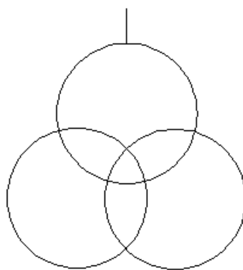


图 1-151　环形阵列

（4）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以直线段上端点为复制基准点，如图 1-152 和图 1-153 所示的三角形底顶角为复制目标点，把直线段向下复制两份，效果如图 1-154 所示。

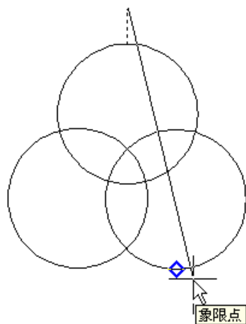


图 1-152　捕捉第一个复制目标点

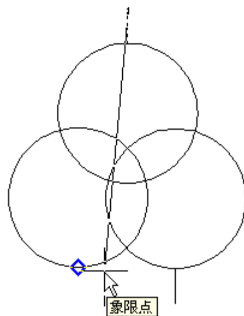


图 1-153　捕捉第二个复制目标点

（5）单击“块”面板中“创建”命令按钮，屏幕出现如图 1-155 所示“块定义”对话框。

1）在该对话框的“名称”下拉列表框中输入“三相变压器”，指定图块名称。

2）在“对象”选项栏中单击“选择对象”按钮，系统返回绘图区中，选择三相变压器图形，按〈Enter〉键返回“块定义”对话框。

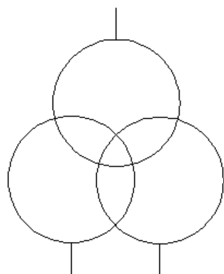


图 1-154　复制直线段

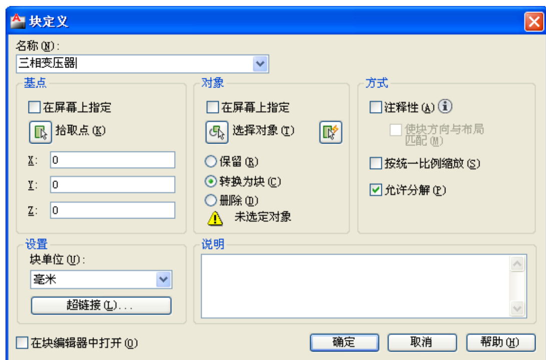


图 1-155　“块定义”对话框

3）在“对象”选项栏中选中“转换为块”单选项，将所选图形定义为块。

4）在“基点”选项栏中单击“拾取点”按钮，返回绘图区中，如图 1-156 所示，拾取一个点，系统自动返回“块定义”对话框。

5）在“块单位”下拉列表框中选择图块的单位，在此，选择“毫米”选项，即以 mm 为单位拖放图块，最后单击“确定”按钮即可形成图块，如图 1-157 所示。

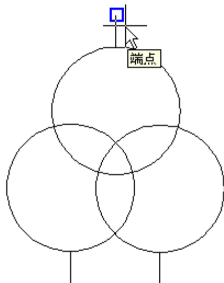


图 1-156　捕捉端点

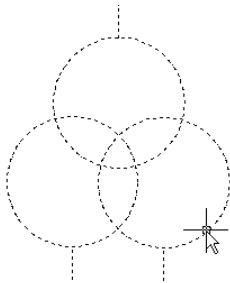


图 1-157　图块

（6）单击“块”面板中的“插入”命令，屏幕将出现如图 1-158 所示的“插入”对话框，按提示操作即可在图形中插入图块。

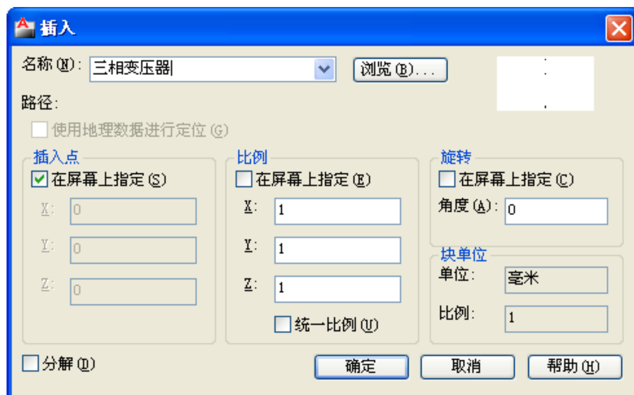


图 1-158　“插入”对话框



1.5.12　绘制绝缘子

操作步骤如下。

（1）首先绘制绝缘子的头部。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制长度为 180 的水平直线，效果如图 1-159 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“圆弧”命令按钮，使用三点方式绘制起点在直线左端点，终点在直线右端点的圆弧，效果如图 1-160 所示。



图 1-159　绘制直线



图 1-160　绘制圆弧

（3）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制 90×110 的矩形，效果如图 1-161 所示。

（4）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，以矩形下边中点为移动基准点，以如图 1-162 所示直线中点为移动目标点移动矩形，效果如图 1-163 所示。

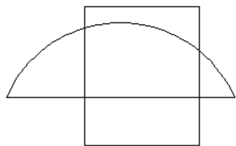


图 1-161　绘制矩形

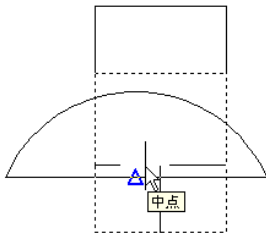


图 1-162　捕捉中点

（5）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形向下垂直移动，移动距离为 20，效果如图 1-164 所示。

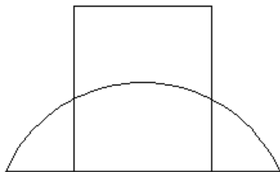


图 1-163　移动矩形

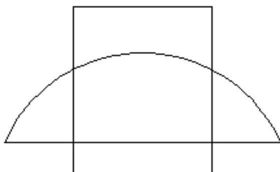


图 1-164　再次移动矩形

（6）接下来编辑图形。单击“绘图”面板中的“面域”命令按钮，把所有的图形转变成两个面域。

（7）在“菜单浏览器”中选择“修改”→“实体编辑”→“并集”命令，合并所有面域，效果如图 1-165 所示。

（8）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 1-166 和图 1-167 所示两个端点的连线，效果如图 1-168 所示。



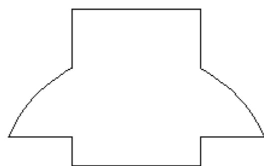


图 1-165　合并面域

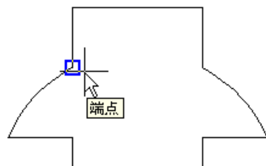


图 1-166　捕捉起点

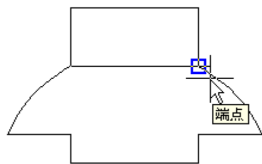


图 1-167　捕捉端点

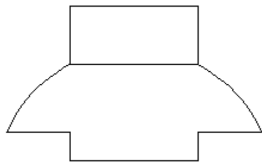


图 1-168　绘制直线

（9）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 1-169 所示端点位置的连线，效果如图 1-170 所示。

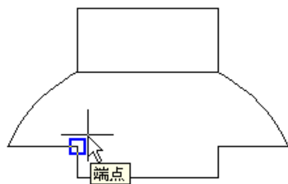


图 1-169　再次捕捉端点

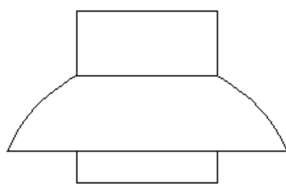


图 1-170　绘制连线

（10）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 1-171 所示中点的矩形，尺寸为 20×(–100)，效果如图 1-172 所示。

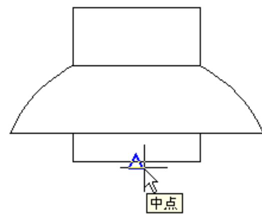


图 1-171　捕捉中点

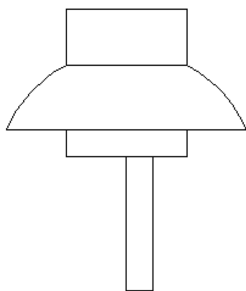


图 1-172　绘制矩形

（11）最后绘制绝缘子的尾部。单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以矩形左边为对称轴对称复制一份，效果如图 1-173 所示。

（12）单击“绘图”面板中的“面域”命令按钮，把两个矩形转变成两个面域。

（13）在“菜单浏览器”中选择“修改”→“实体编辑”→“并集”命令，合并刚才转变的面域，效果如图 1-174 所示。



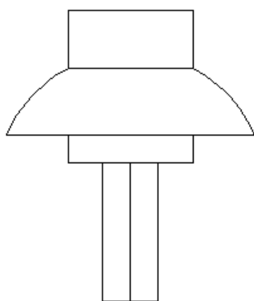


图 1-173　对称复制矩形

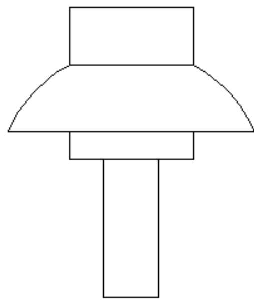


图 1-174　合并面域

1.5.13　绘制二极管

操作步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制长度为 10 的水平直线，效果如图 1-175 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制长度为 5 的竖直直线，位置关系如图 1-176 所示。



图 1-175　绘制水平直线

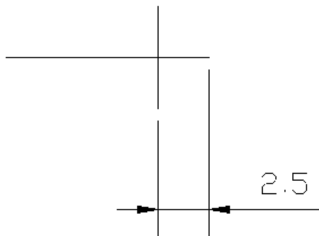


图 1-176　绘制竖直直线

（3）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制长度为 5 的竖直直线，位置关系如图 1-177 所示。

（4）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制斜线，如图 1-178 所示。

（5）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制斜线，完成的二极管效果如图 1-179 所示。

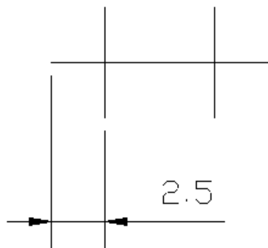


图 1-177　绘制竖直直线

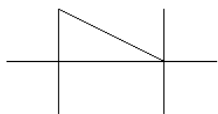


图 1-178　绘制斜线

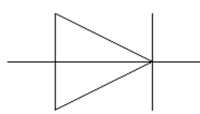


图 1-179　完成的二极管效果图

1.5.14 绘制联动按钮

操作步骤如下。

（1）首先绘制一个电路及开关。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制长度为 20 的水平直线，效果如图 1-180 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制长度为 20 的水平直线，位置如图 1-181 所示。



图 1-180　绘制直线 1



图 1-181　绘制直线 2

（3）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制长度为 10 的斜线。水平位置夹角为 45°，如图 1-182 所示。完成的斜线如图 1-183 所示。

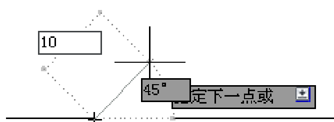


图 1-182　绘制斜线

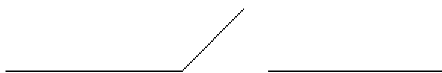


图 1-183　绘制的斜线效果

（4）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制长度为 10 的水平线，如图 1-184 所示。

（5）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制长度为 2 的竖直线，如图 1-185 和图 1-186 所示。

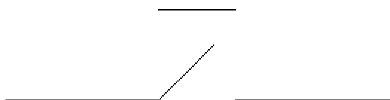


图 1-184　绘制水平线

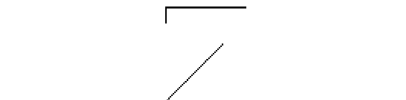


图 1-185　绘制竖直线 1

（6）框选所有图形，如图 1-187 所示。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，将图形向下方复制，距离为 20，如图 1-188 所示，完成的复制效果如图 1-189 所示。

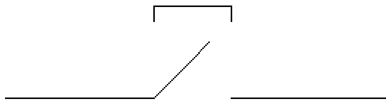


图 1-186　绘制竖直线 2

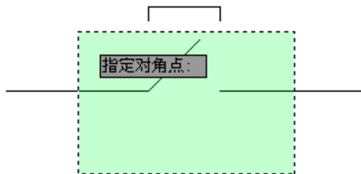


图 1-187　框选图形

（7）单击“特性”面板中的“线型”下拉列表，选择“其他”选项，弹出“线型管理器”对话框，如图 1-190 所示。单击“加载”按钮，弹出“加载或重载线型”对话框，如图 1-191 所示，选择“JIS_02_1.2”选项，单击“确定”按钮，再单击“线型管理器”对



话框的“确定”按钮。

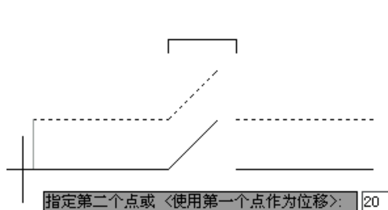


图 1-188　向下复制图形

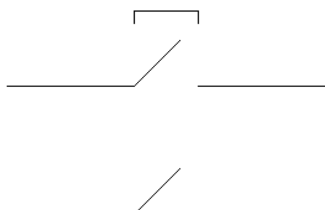


图 1-189　完成的复制图形

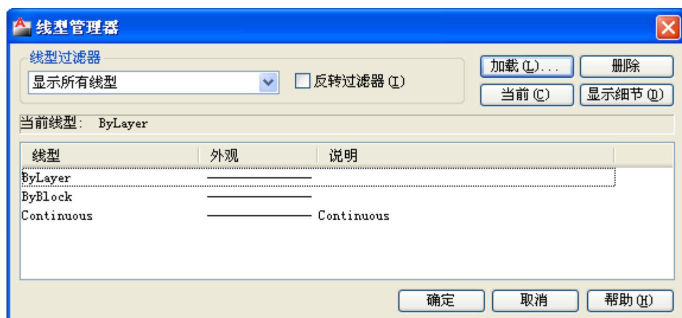


图 1-190　“线型管理器”对话框

（8）单击“特性”面板中的“线型”下拉列表，选择“JIS_02_1.2”选项。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制竖直线，如图 1-192 所示。



图 1-191　“加载或重载线型”对话框

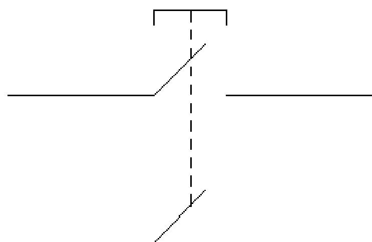


图 1-192　最终效果图



第 2 章　图形编辑与标注

知识导引

在电气图样中绘制了图形之后，还需要对图形进行编辑，修整成需要的图形。有时候还要标注若干安装尺寸，便于施工。至于文字内容，则是任何图样都少不了的。本章将介绍三部分内容，即平面图形编辑命令、尺寸标注以及文字与编辑文字。

▷▷ 2.1　平面图形编辑命令

在理解了绘图原理，掌握了绘制简单图形方法的基础上，本章将讲解如何编辑基本图形，绘制成复杂的工程图形。图形的编辑方法主要有复制、镜像、移动、修剪、偏移、阵列、旋转、圆角，以及对多段线、样条曲线的修改。

编辑图形的命令主要位于如图 2-1 所示的“常用”选项卡下的“修改”面板中。

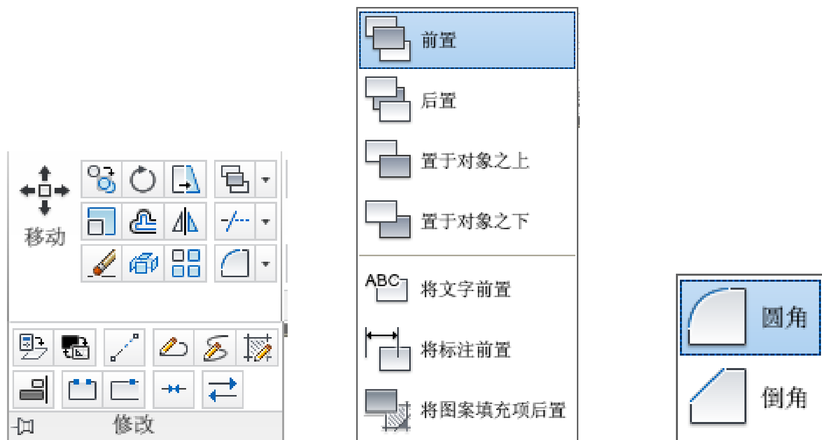


图 2-1　“修改”面板及其两个下拉列表

“修改”面板中的命令是平面操作命令，它们运行的默认平面是 *XY* 平面。各个命令按钮的图标、名称分别是：移动、复制、旋转、拉伸、缩放、偏移、镜像、删除、分解、修剪、延伸、打断、设置为 ByLayer、更改空间、阵列、打断于点、合并、拉长、编辑多段线、编辑样条曲线和编辑图案填充，其中下拉列表中的按钮图标的名称已经标注在图 2-1 中了。

复制图形对象的方法有多种，既可以直接复制，也可以通过剪贴板复制。其他体现复制



功能的方法有偏移、镜像、阵列。

2.1.1　直接复制

"复制"命令按钮在"修改"面板中的位置如图 2-2 所示。

【示例】 把如图 2-3 所示避雷器图形向右复制一份。单击"复制"命令按钮，按照命令行的提示操作。

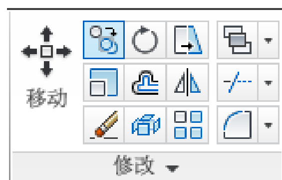


图 2-2　"复制"命令按钮

命令: _copy
选择对象: 指定对角点: 找到 4 个（把光标移动到图形上然后选择它，如图 2-4 所示）
选择对象:（按〈Enter〉键）
当前设置: 复制模式=多个
指定基点或[位移(D)/模式(O)] <位移>: （单击确定复制基准点，如图 2-5 所示）指定第二个点或 <使用第一个点作为位移>: （单击确定复制目标点）
指定第二个点或[退出(E)/放弃(U)] <退出>:（按〈Enter〉键）

效果如图 2-6 所示。

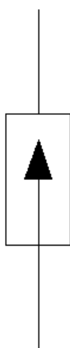


图 2-3　避雷器图形

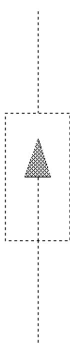


图 2-4　选择图形

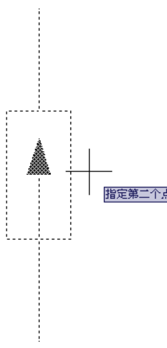


图 2-5　确定复制基准点

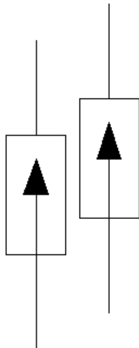


图 2-6　确定复制目标点

【电气图示例】 绘制变压器符号。

操作步骤如下。

（1）单击"绘图"面板中的"圆"命令按钮，绘制ϕ10 圆，效果如图 2-7 所示。

（2）单击"修改"面板中的"复制"命令按钮，把ϕ10 圆向右复制一份，复制距离为 16，效果如图 2-8 所示。

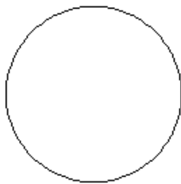


图 2-7　绘制圆

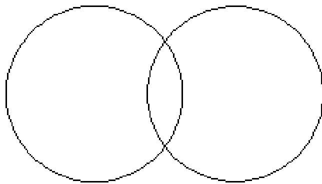


图 2-8　复制圆

2.1.2　使用剪贴板

要向剪贴板中输入图形，可以在“剪贴板”面板中单击“复制剪裁”和“粘贴”按钮，也可以选择图形后，按〈Ctrl+C〉组合键。从剪贴板中输出图形，按〈Ctrl+V〉组合键即可，效果是一样的。该命令位置如图 2-9 所示。

【示例 1】 向剪贴板中输入电缆密封终端图形。可以先选择图形，如图 2-10 所示，然后按〈Ctrl+C〉组合键。命令行的提示如下。

```
命令: _copyclip  找到 6 个
```

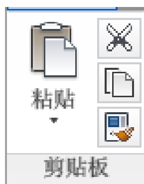


图 2-9 “剪贴板”面板

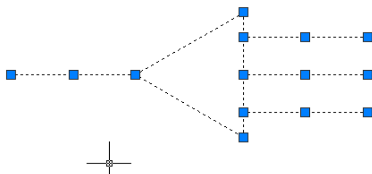


图 2-10　选择图形

【示例 2】 从剪贴板中输入复制的电缆密封终端图形。按〈Ctrl+V〉组合键，屏幕立即出现随光标闪动的图形，如图 2-11 所示。命令行的提示如下。

```
命令: _pasteclip  指定插入点:（单击确定图形的位置）
```

效果如图 2-12 所示。

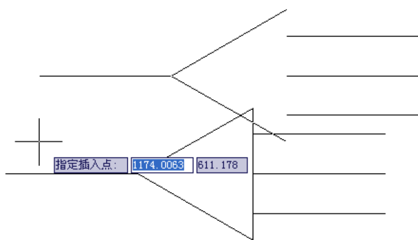


图 2-11　虚拟图形

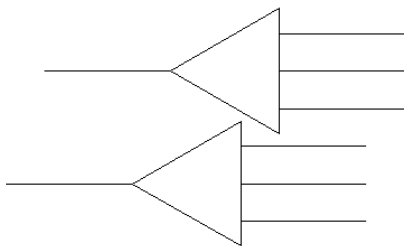


图 2-12　确定图形的位置

2.1.3　偏移

偏移是指在指定方向上将所得到的图形相对原图形偏移复制指定的距离，是一种特别的复制方式。如图 2-13 所示为“偏移”命令按钮在“修改”面板中的位置。

【示例】 把如图 2-14 所示五边形向左偏移复制一份。单击“偏移”命令按钮，按照命令行的提示操作。



图 2-13 “偏移”命令按钮

```
命令: _offset
当前设置: 删除源=否　图层=源　OFFSETGAPTYPE=0
```



指定偏移距离或 [通过(T)/删除(E)/图层(L)] <通过>: 5（输入偏移值）
选择要偏移的对象，或[退出(E)/放弃(U)]<退出>:（单击五边形）
指定要偏移的那一侧上的点，或[退出(E)/多个(M)放弃(U)]<退出>:（在五角形的中心单击）
选择要偏移的对象或 <退出>: *取消*（按〈Esc〉键）

效果如图 2-15 所示。

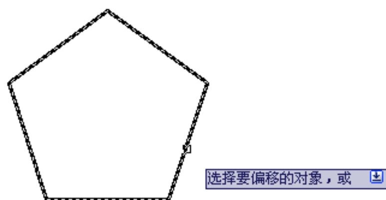


图 2-14　选择图形

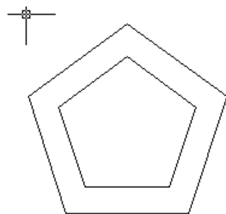


图 2-15　偏移复制图形

偏移复制命令也适于其他非直线类型的图形，如图 2-16～图 2-18 所示。

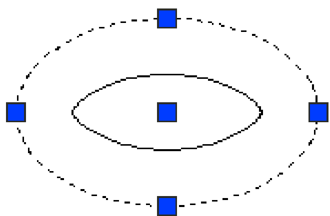


图 2-16　偏移椭圆

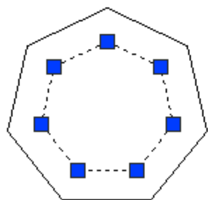


图 2-17　偏移正七边形

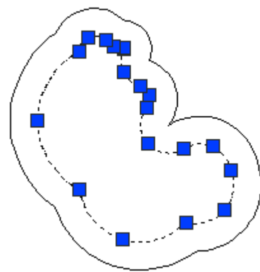


图 2-18　偏移云线

【电气图示例】 绘制配电中心符号。

操作步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 10×4 的矩形，效果如图 2-19 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，以如图 2-20 所示中点为起点，绘制垂直向下的直线，长度为 5，效果如图 2-21 所示。



图 2-19　绘制矩形

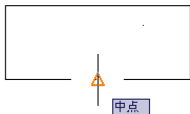


图 2-20　捕捉中点

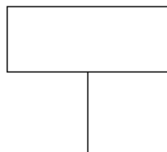


图 2-21　绘制直线

（3）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把步骤 2 绘制的直线向两边各偏移复制一份，复制距离为 1，效果如图 2-22 所示。

（4）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把步骤 3 偏移复制得到的直线向两边偏移复制一份，复制距离为 2，效果如图 2-23 所示。

（5）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮✥，以如图 2-24 所示端点为移动基准点，以如图 2-25 所示垂足为移动目标点，把虚线所示的 4 条直线向上移动，效果如图 2-26 所示。

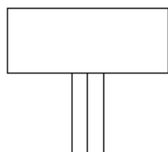


图 2-22　偏移复制直线

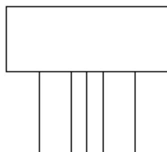


图 2-23　再次偏移复制直线

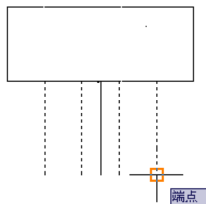


图 2-24　捕捉端点

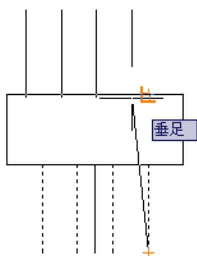


图 2-25　捕捉垂足

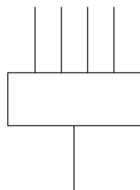


图 2-26　移动直线组

▷▷▷ 2.1.4　镜像

镜像复制命令以对称轴为中位，像照镜子一样映照出图形。“镜像”命令按钮在“修改”面板中的位置如图 2-27 所示。

【示例】　把三角形向右镜像复制一份。单击“镜像”命令按钮，按照命令行的提示操作。

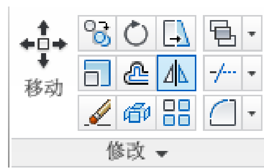


图 2-27　“镜像”命令按钮

命令: _mirror
选择对象: 找到 1 个（单击如图 2-28 所示三角形）
选择对象:（按〈Enter〉键结束）
指定镜像线的第一点:（捕捉如图 2-29 所示的中点为对称线的起点）指定镜像线的第二点: （向下牵拉对称线，如图 2-30 所示，然后单击“确认”按钮）
要删除源对象吗？[是(Y)/否(N)] <N>:（按〈Enter〉键，保留源实体）

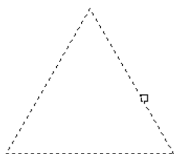


图 2-28　选择图形

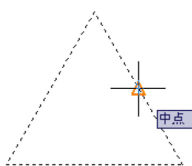


图 2-29　捕捉对称线的起点

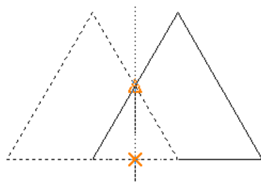


图 2-30　牵拉出对称线

效果如图 2-31 所示。



【电气图示例】 绘制电容符号。

操作步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制长度为 10 的垂直直线，效果如图 2-32 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，以垂直直线中点为起点，绘制水平向左的直线，长度为 15，效果如图 2-33 所示。

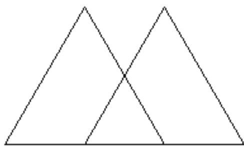


图 2-31　镜像复制图形



图 2-32　绘制垂直直线



图 2-33　绘制水平直线

（3）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，把图形对称复制一份。按命令行的提示进行操作。

命令: _mirror
选择对象: 指定对角点：找到 2 个
选择对象:（按〈Enter〉键结束）
指定镜像线的第一点: （在垂直直线右边单击确定一点）指定镜像线的第二点: （如图 2-34 所示，垂直向下牵拉出对称轴，然后单击）
要删除源对象吗？[是(Y)/否(N)] <N>:（按〈Enter〉键，保留源实体）

效果如图 2-35 所示。

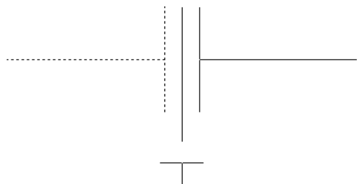


图 2-34　牵拉出对称轴

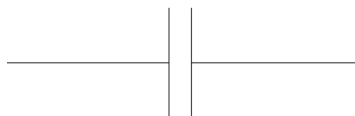


图 2-35　对称复制图形

2.1.5　阵列

“阵列”操作可以按照矩形、环形一次复制出多个图形出来，“阵列”命令按钮在“修改”面板中的位置如图 2-36 所示。

“阵列”命令可以执行矩形阵列和环形阵列，下面通过实例分别学习。

【示例 1】 把一个圆向上、向右矩形阵列复制一份，距离都是 10。单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，出现如图 2-37 所示的“阵列”对话框，设置各项数值，单击“选择对象”按钮，即可以按照命令行的提示进行操作。



图 2-36 “阵列”命令按钮

1
第 2 章
3
4
5
6
7
8
9
附录

```
命令: _array
选择对象: 指定对角点: 找到 1 个（选择圆）
选择对象:（按〈Enter〉键结束选择）
```

单击“阵列”对话框中的“确定”按钮，效果如图 2-38 所示。

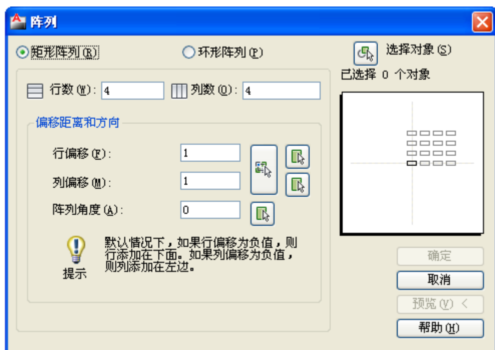


图 2-37　矩形“阵列”对话框

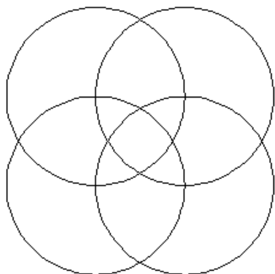


图 2-38　矩形阵列圆

【示例 2】 把一个圆环形阵列复制一份。单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，出现如图 2-39 所示的“阵列”对话框，设置各项数值，单击“选择对象”按钮，即可以按照命令行的提示进行操作。

```
命令: _array
选择对象: 找到 1 个（选择圆）
选择对象:（按〈Enter〉键结束选择）
单击“拾取中心点”按钮
指定阵列中心点:（捕捉如图 2-40 所示的象限点）
```



图 2-39　环形“阵列”对话框

单击“阵列”对话框中的“确定”按钮，效果如图 2-41 所示。

“阵列”命令能够使复制结果均匀分布，是一种复制图形对象的技巧，使用十分广泛，应该熟练掌握它的使用方法和操作细节。现在通过一个实际的例子学习如何使用“阵列”命



令提高造型效率。

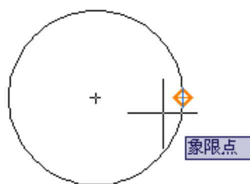


图 2-40　选择端点

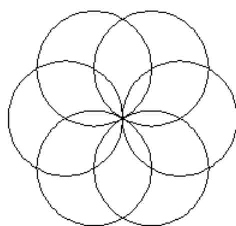


图 2-41　环形阵列图形



注意　“阵列”命令是一种特别的复制命令，同坐标系相联系，可以执行三维阵列任务。

【电气图示例】 绘制花灯符号。

操作步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制ϕ20 圆，效果如图 2-42 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在圆心，终点在如图 2-43 所示象限点的直线，效果如图 2-44 所示。

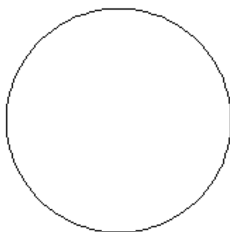


图 2-42　绘制圆

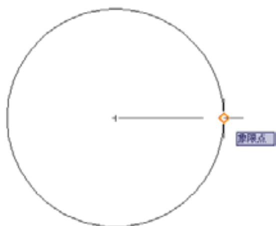


图 2-43　绘制直线

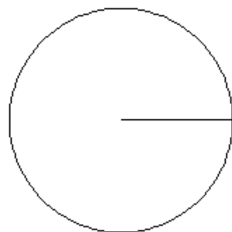


图 2-44　绘制直线

（3）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，屏幕出现“阵列”对话框。如图 2-45 所示，在“阵列”对话框设置参数，以圆心为阵列中心，把直线环形阵列 12 个，效果如图 2-46 所示。



图 2-45　“阵列”对话框

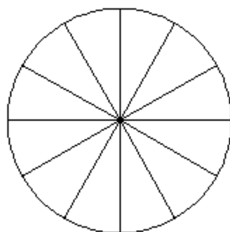
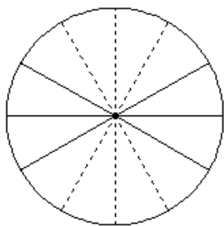
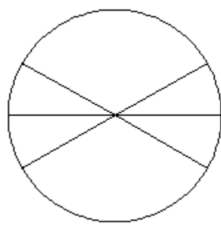


图 2-46　环形阵列直线

（4）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除如图 2-47 所示虚线，效果如图 2-48 所示。


图 2-47　选择直线


图 2-48　删除直线

▷▷▷ 2.1.6　移动

如图 2-49 所示为“移动”命令按钮在“修改”面板中的位置。

【示例】 单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把一个矩形向上移动，按命令行的提示进行操作。

```
命令: _move
选择对象: 找到 1 个（选择矩形）
选择对象: （按〈Enter〉键）
指定基点或[位移(D)] <位移>:（单击确定移动基准点，如图 2-50 所示，出现随光标闪动的矩形）
指定第二点或 <使用第一点作为位移>:（单击确定移动目标点）
```



图 2-49　“移动”命令按钮

结果如图 2-51 所示。

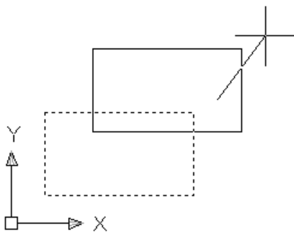


图 2-50　随光标闪动的矩形

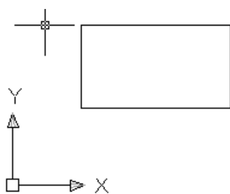


图 2-51　移动矩形

【电气图示例】 绘制熔断器符号。

操作步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 5×10 的矩形，效果如图 2-52 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制长度为 20 的垂直直线，效果如图 2-53 所示。

（3）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形以图 2-54 所示上边中点为移动基准点，以图 2-55 所示最近点为移动目标点进行移动，效果如图 2-56 所示。



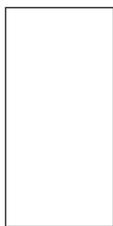


图 2-52　绘制矩形



图 2-53　绘制直线

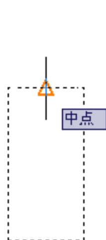


图 2-54　捕捉中点

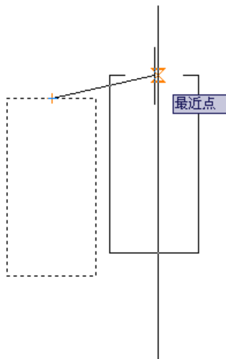


图 2-55　捕捉最近点



图 2-56　移动矩形

2.1.7　旋转

如图 2-57 所示为“旋转”命令按钮在“修改”面板中的位置。

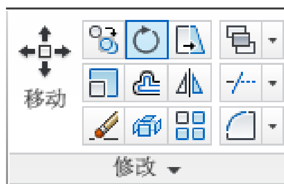


图 2-57　“旋转”命令按钮

【示例】 单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，把一个矩形旋转 30°，按照命令行的提示进行操作。

```
命令: _rotate
UCS 当前的正角方向:  ANGDIR=逆时针   ANGBASE=0
选择对象: 找到 1 个（选择矩形）
选择对象:（按〈Enter〉键结束选择）
指定基点:（选择如图 2-58 所示的端点，出现如图 2-59 所示随光标旋转的矩形）
指定旋转角度或 [复制(C)/参照(R)]<0>: 30（输入旋转角度值）
```

效果如图 2-60 所示。

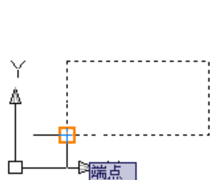


图 2-58　捕捉旋转中心

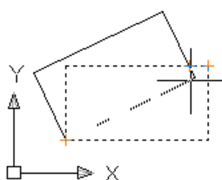


图 2-59　随光标旋转的矩形

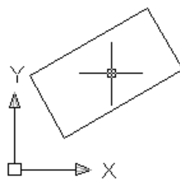


图 2-60　旋转后的矩形

【电气图示例】 绘制信号灯符号。

操作步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制$\phi 20$圆，效果如图 2-61 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制$\phi 20$ 圆的水平直径，效果如图 2-62 所示。

（3）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，以图 2-63 所示中点为旋转中心，把直径旋转 45°，效果如图 2-64 所示。

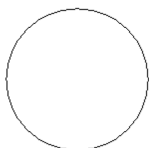


图 2-61　绘制圆

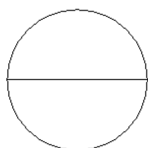


图 2-62　绘制直径

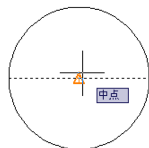


图 2-63　捕捉中点

（4）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，再次绘制$\phi 20$ 圆的水平直径，效果如图 2-65 所示。

（5）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，以图 2-63 所示中点为旋转中心，把直径旋转45°，效果如图 2-66 所示。

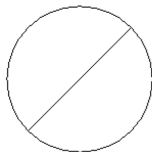


图 2-64　旋转直径

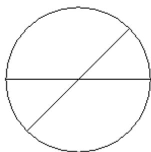


图 2-65　再次绘制水平直径

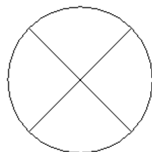


图 2-66　再次旋转直径

▷▷▷ 2.1.8　对齐

如图 2-67 所示为“对齐”命令按钮在“修改”面板中的位置。

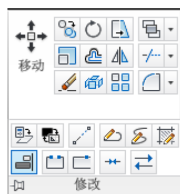


图 2-67　“对齐”命令按钮

【示例】 使如图 2-68 所示的三角形和矩形对齐，需按命令行的提示进行操作。

```
命令: _align
```



选择对象: 找到 1 个（选择矩形，如图 2-69 所示）
选择对象:（按〈Enter〉键）
指定第一个源点: （捕捉矩形左边中点）
指定第一个目标点: （捕捉三角形左边的中点，如图 2-70 所示）
指定第二个源点: （捕捉矩形右边的中点，如图 2-71 所示）
指定第二个目标点: （捕捉三角形右边的中点，如图 2-72 所示）
指定第三个源点或 <继续>:（按〈Enter〉键）
是否基于对齐点缩放对象？[是(Y)/否(N)] <否>:（按〈Enter〉键）

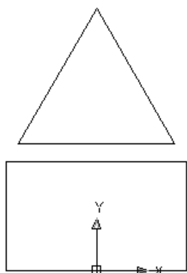


图 2-68　矩形和三角形

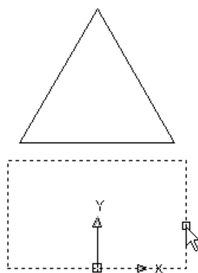


图 2-69　捕捉矩形

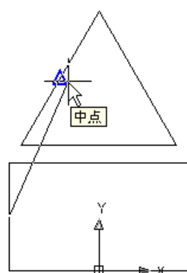


图 2-70　捕捉三角形上的中点

效果如图 2-73 所示。

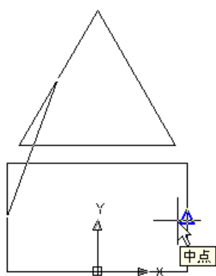


图 2-71　捕捉矩形右边的中点

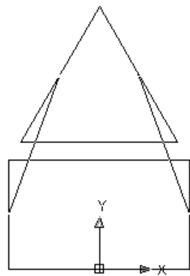


图 2-72　确定第二个对称目标点

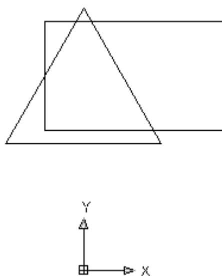


图 2-73　对齐图形

对图形对象的修改操作包括拉伸、缩放、延伸、修剪、拉长、打断于点、倒角、圆角等。

▷▷▷ 2.1.9　拉伸

拉伸是指按照指定的距离和角度拉长图形，“拉伸”命令按钮在“修改”面板中的位置如图 2-74 所示。



图 2-74　“拉伸”命令按钮

【示例】 按命令行的提示，把六边形适当拉长。

命令: _stretch
以交叉窗口或交叉多边形选择要拉伸的对象...
选择对象: 指定对角点: 找到 1 个（选择六边形，如图 2-75 所示）
选择对象:（按〈Enter〉键）

指定基点或[位移(D)]<位移>:（单击一点）
指定第二个点或 <使用第一个点作为位移>:（适当移动光标，如图 2-76 所示，然后单击）

效果如图 2-77 所示。

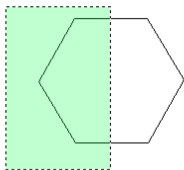


图 2-75 选择六边形

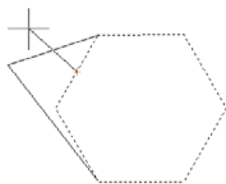


图 2-76 牵拉图形

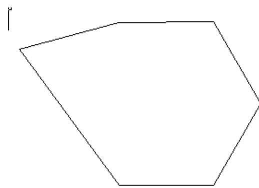


图 2-77 拉伸图形

【电气图示例】 绘制熔断电阻器符号。

操作步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 6×4 的矩形，效果如图 2-78 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制矩形的垂直中线，效果如图 2-79 所示。



图 2-78 绘制矩形

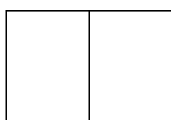


图 2-79 绘制垂直中线

（3）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在垂直中线中点，水平向左，长度为 7 的水平直线，效果如图 2-80 所示。

（4）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在矩形右边中点，水平向右，长度为 4 的水平直线，效果如图 2-81 所示。

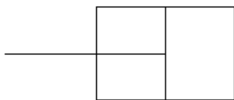


图 2-80 绘制左边直线

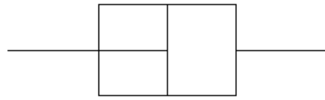


图 2-81 绘制右边直线

（5）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把如图 2-82 所示框选的图形水平拉长 4，效果如图 2-83 所示。

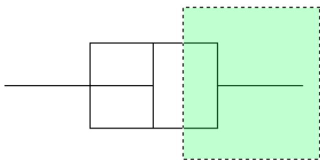


图 2-82 框选的图形

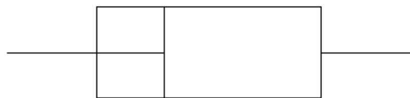


图 2-83 拉长图形



2.1.10　缩放

“缩放”命令按钮用于按照指定的比例缩小放大图形，它在“修改”面板中的位置如图 2-84 所示。

【示例】 按命令行的提示操作，以原点为中心，把如图 2-85 所示的圆缩小到原来的 3/4。

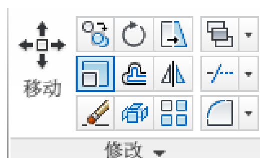


图 2-84　“缩放”命令按钮

```
命令: _scale
选择对象: 找到 1 个（选择圆）
选择对象:（按〈Enter〉键）
指定基点:0,0（输入原点）
指定比例因子或 [复制(C)/参照(R)]<1.0000>: 0.75
```

效果如图 2-86 所示。

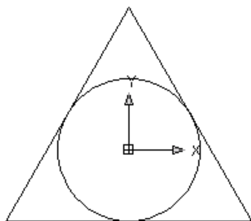


图 2-85　圆和三角形

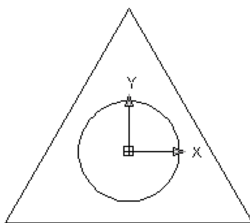


图 2-86　缩小圆

【电气图示例】 绘制三相绕线转子电动机。

操作步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制ϕ20 圆，效果如图 2-87 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在ϕ20 圆的上象限点，长度为 10，方向垂直向上的直线，效果如图 2-88 所示。

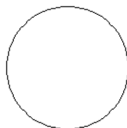


图 2-87　绘制圆

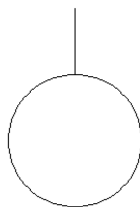


图 2-88　绘制垂直直线

（3）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把垂直直线向两边偏移复制一份，复制距离为 5，效果如图 2-89 所示。

（4）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以ϕ20 圆为延伸边界线，延伸偏移复制得到的垂直直线，效果如图 2-90 所示。

（5）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，以ϕ20 圆的圆心为圆心，绘制ϕ20 圆。

（6）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以ϕ20 圆的水平直径为对称轴，把 3

条垂直直线对称复制一份，效果如图 2-91 所示。

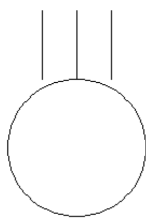


图 2-89　偏移复制直线

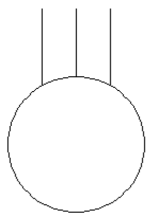


图 2-90　延伸偏移的直线

（7）单击“修改”面板中的“缩放”命令按钮，以圆心为中心，按如图 2-92 所示单击一个ϕ20 圆，并把圆放大 1.2 倍，效果如图 2-93 所示。

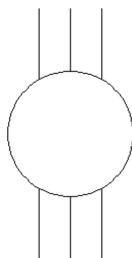


图 2-91　对称复制直线

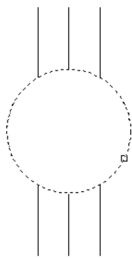


图 2-92　单击一个圆

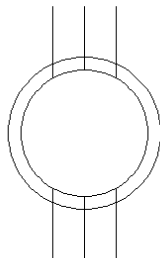


图 2-93　放大圆

（8）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以放大的圆为修剪边，修剪掉它内部上边的线头，效果如图 2-94 所示。

（9）单击“注释”面板中的“单行文字”命令按钮，按命令行的提示标注文字。

命令: _dtext
当前文字样式: “Standard” 文字高度: 2.5000 注释性: 否
指定文字的起点或 [对正(J)/样式(S)]:（单击确定一点为文字起点）
指定高度 <2.5000>:（按〈Enter〉键）
指定文字的旋转角度 <0>:（按〈Enter〉键）

输入文字“M”和“3~”后的效果如图 2-95 所示。

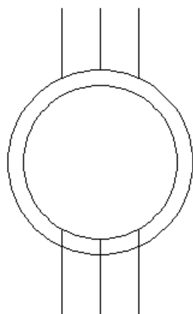


图 2-94　修剪线条

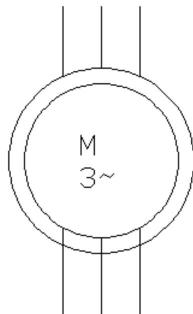


图 2-95　标注文字



▷▷▷ 2.1.11　延伸



图 2-96　“延伸”命令按钮

“延伸”命令按钮在“修改”面板中的位置如图 2-96 所示。

【示例】 按命令行的提示在图 2-97 中进行延伸操作。

命令: _extend
当前设置:投影=UCS,边=无
选择边界的边...
选择对象或<全部选择>: 找到 1 个（选择如图 2-98 所示的矩形）
选择对象:（按〈Enter〉键）
选择要延伸的对象,或按住〈Shift〉键选择要修剪的对象,或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/放弃(U)]: （如图 2-99 所示单击直线右边部分，延伸效果如图 2-100 所示）
选择要延伸的对象,或按住〈Shift〉键选择要修剪的对象,或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/放弃(U)]: （以下依次单击直线靠近矩形的部分）
选择要延伸的对象,或按住〈Shift〉键选择要修剪的对象,或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/放弃(U)]:
选择要延伸的对象,或按住〈Shift〉键选择要修剪的对象,或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/放弃(U)]:
选择要延伸的对象,或按住〈Shift〉键选择要修剪的对象,或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/放弃(U)]:
选择要延伸的对象,或按住〈Shift〉键选择要修剪的对象,或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/放弃(U)]:（按〈Enter〉键）

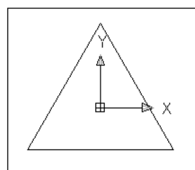


图 2-97　原始图形

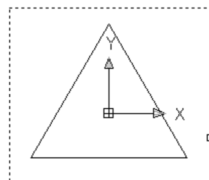


图 2-98　选择矩形

效果如图 2-101 所示。

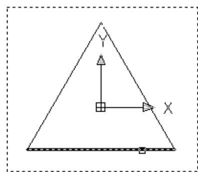


图 2-99　选择一根直线

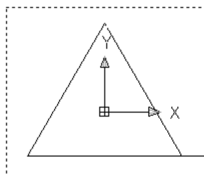


图 2-100　延伸一根直线

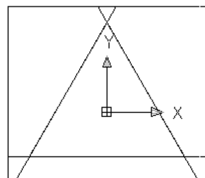


图 2-101　延伸六根直线

【电气图示例】 绘制扼流圈符号。

操作步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制长度为 30 的垂直直线，效果如图 2-102 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制圆心在垂直直线中点的ϕ15 圆，效果如图 2-103 所示。

（3）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以垂直直线为修剪边，修剪掉它左边的圆弧，效果如图 2-104 所示。

（4）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在直线中点，长度为-7.5，水平向左的直线，效果如图 2-105 所示。



图 2-102　绘制直线

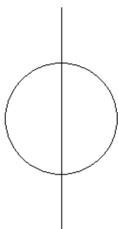


图 2-103　绘制圆



图 2-104　修剪圆

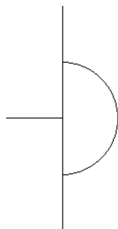


图 2-105　绘制水平直线

（5）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以水平直线为延伸边界线，延伸图 2-106 所示光标捕捉的圆弧上端，效果如图 2-107 所示。

（6）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 2-108 虚线所示线条为修剪边，修剪光标所示的线头，效果如图 2-109 所示。

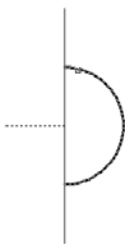


图 2-106　捕捉圆弧

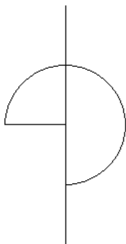


图 2-107　延伸圆弧

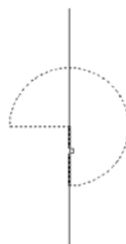


图 2-108　捕捉线头

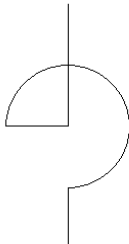


图 2-109　修剪线头

▷▷▷ 2.1.12　修剪

“修剪”命令按钮在“修改”面板中的位置如图 2-110 所示。



图 2-110　“修剪”命令按钮

【示例】　修剪图 2-111 所示的六角星内部的线条。按命令行的提示操作。

```
命令: _trim
当前设置:投影=UCS,边=无
选择剪切边...
选择对象或<全部选择>: 找到 1 个（选择如图 2-112 所示的直线）
```



选择对象：找到 1 个,总计 2 个（顺次选择如图 2-113 所示的直线）
选择对象：找到 1 个,总计 3 个
选择对象：找到 1 个,总计 4 个
选择对象：找到 1 个,总计 5 个
选择对象:（按〈Enter〉键,效果如图 2-114 所示）
选择要修剪的对象,或按住〈Shift〉键选择要延伸的对象,或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/删除(R)/放弃(U)]: （选择如图 2-115 所示的直线段作为修剪掉的线条）
选择要修剪的对象,或按住〈Shift〉键选择要延伸的对象,或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/删除(R)/放弃(U)]: （顺次选择类似的直线段）
选择要修剪的对象,或按住〈Shift〉键选择要延伸的对象,或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/删除(R)/放弃(U)]:
选择要修剪的对象,或按住〈Shift〉键选择要延伸的对象,或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/删除(R)/放弃(U)]:
选择要修剪的对象,或按住〈Shift〉键选择要延伸的对象,或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/删除(R)/放弃(U)]:
选择要修剪的对象,或按住〈Shift〉键选择要延伸的对象,或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/删除(R)/放弃(U)]: （按〈Enter〉键）

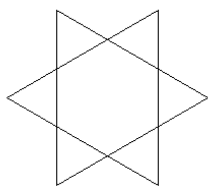


图 2-111　带隔线的六角星

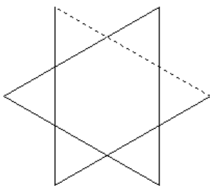


图 2-112　选择第一条修剪边

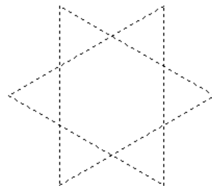


图 2-113　选择所有的修剪边

效果如图 2-116 所示。

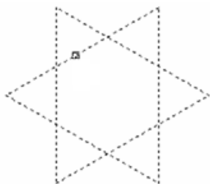


图 2-114　选择第一条隔线

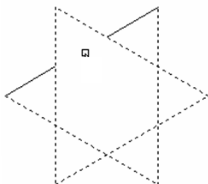


图 2-115　剪去第一条隔线

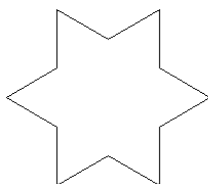


图 2-116　剪去所有隔线

【电气图示例】 绘制三相笼型电动机符号。

操作步骤如下。

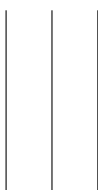
（1）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制长度为 20 的垂直直线，效果如图 2-117 所示。

（2）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把垂直直线向两边各偏移复制一份，复制距离为 5，效果如图 2-118 所示。

（3）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制圆心在中间垂直直线中点的ϕ15 圆，效果如图 2-119 所示。







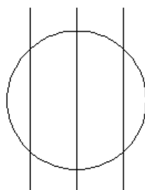


图 2-117　绘制垂直直线　　图 2-118　偏移垂直直线　　图 2-119　绘制圆

（4）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以ϕ15 圆为修剪边，修剪掉它下边和内部的线头，结果如图 2-120 所示。

（5）单击“注释”面板中的“单行文字”命令按钮，在ϕ15 圆中心撰写文字“M”和“3~”，效果如图 2-121 所示。

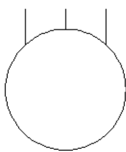


图 2-120　修剪线头

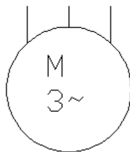


图 2-121　写入文字

2.1.13　拉长

使用“拉长”命令可以按照指定的长度拉长图形，如图 2-122 所示为“拉长”命令按钮在“修改”面板中的位置。

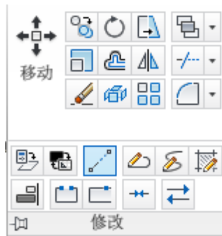


图 2-122　“拉长”命令按钮

【示例】 拉长一个曲线五角星的边。按命令行的提示操作。

> 命令: _lengthen
> 选择对象或 [增量(DE)/百分数(P)/全部(T)/动态(DY)]: de（执行增量选项）
> 输入长度增量或 [角度(A)] <0.0000>: 3（输入拉长量）
> 选择要修改的对象或 [放弃(U)]:（选择如图 2-123 所示曲边，单击实现拉长，如图 2-124 所示）
> 选择要修改的对象或 [放弃(U)]:（顺次单击需要拉长的曲边）
> 选择要修改的对象或 [放弃(U)]:
> 选择要修改的对象或 [放弃(U)]:
> 选择要修改的对象或 [放弃(U)]:
> 选择要修改的对象或 [放弃(U)]: *取消*（按〈Esc〉键）

效果如图 2-125 所示。

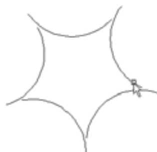


图 2-123　选择需要拉长的对象

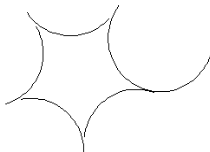


图 2-124　拉长曲线边



图 2-125　拉长所有曲线边



2.1.14　打断于点

本命令用于在指定的位置截断线条，如图 2-126 所示为“打断于点”命令按钮在“修改”面板中的位置。

【示例】 在右边中点处打断图 2-127 所示的一个三角形，按命令行的提示操作。

```
命令: _break
选择对象:（选择三角形，如图 2-128 所示）
指定第二个打断点或 [第一点(F)]: _f
指定第一个打断点:（选择右边中点，如图 2-129 所示）
指定第二个打断点: @
```

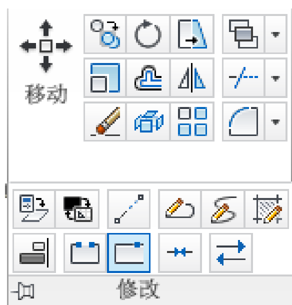


图 2-126 “打断于点”命令按钮

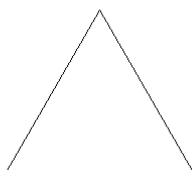


图 2-127　三角形

单击右边线条，效果如图 2-130 所示，可见确实已经打断。

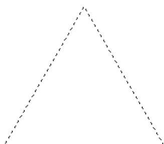


图 2-128　选择三角形



图 2-129　选择中点

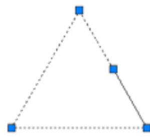


图 2-130　打断线条

2.1.15　打断

本命令用于截除指定位置的线条，如图 2-131 所示为“打断”命令按钮在“修改”面板中的位置。

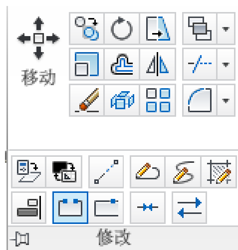


图 2-131 “打断”命令按钮

【示例】 打断椭圆上指定的线段，按命令行的提示操作。

命令: _break
选择对象: （捕捉如图 2-132 所示的点作为截除线段的起点）
指定第二个打断点或 [第一点(F)]:（捕捉如图 2-133 所示象限点作为截除线段的终点）

效果如图 2-134 所示。

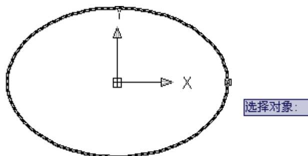


图 2-132　捕捉截除线段的起点

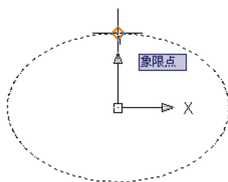


图 2-133　捕捉截除线段的终点

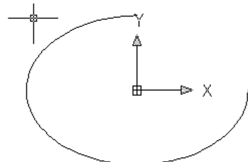


图 2-134　截除线段

【电气图示例】 绘制局部照明灯符号。

操作步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制ϕ20 圆，效果如图 2-135 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制与ϕ20 圆同心的ϕ3 圆，效果如图 2-136 所示。

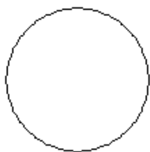


图 2-135　绘制圆

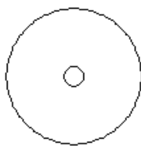


图 2-136　绘制同心圆

（3）单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，屏幕出现“图案填充和渐变色”面板。使用图 2-137 所示图案和比例给ϕ3 圆打上剖面线，效果如图 2-138 所示。

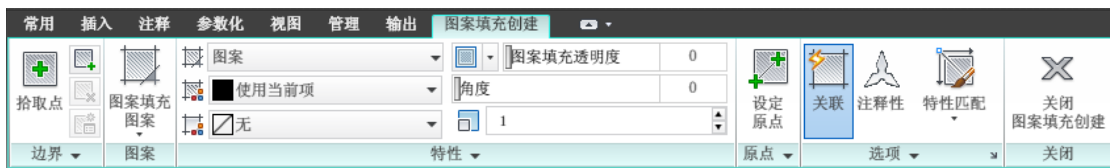


图 2-137　“图案填充和渐变色”面板

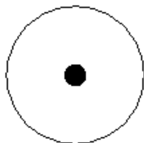


图 2-138　填充圆

（4）单击“修改”面板中的“打断”命令按钮，按命令行的提示把ϕ20 圆适当打断成圆弧。



命令: _break
选择对象:（如图 2-139 所示，单击ϕ20 圆，单击位置即是打断起始位置）
指定第二个打断点或 [第一点(F)]:（如图 2-140 所示单击一点，系统自动以单击位置到ϕ20 圆上最近的位置为打断终点）

阶段效果如图 2-141 所示。

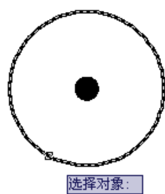


图 2-139　单击圆

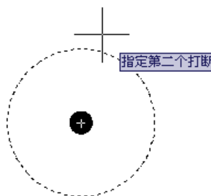


图 2-140　确定打断位置

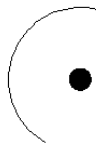


图 2-141　打断圆

2.1.16　倒角

本命令用于使两条直线之间按照指定的倒角距离倒角，“倒角”命令按钮在“修改”面板中的位置如图 2-142 所示。

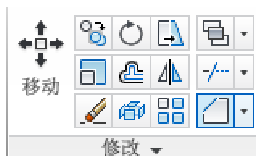


图 2-142　“倒角”命令按钮

【示例】 把三角形的一个角倒角，按命令行的提示操作。

命令: _chamfer
(“修剪”模式) 当前倒角距离 1 = 0.0000，距离 2 = 0.0000
选择第一条直线或 [放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]: d（执行修改倒角距的选项）
指定第一个倒角距离 <0.0000>: 60（确定新倒角距）
指定第二个倒角距离 <60.0000>:（按〈Enter〉键）
选择第一条直线或 [放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]:（如图 2-143 所示选择第一条直线）
选择第二条直线: （如图 2-144 所示选择第二条直线）

效果如图 2-145 所示。

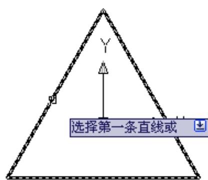


图 2-143　选择第 1 条直线

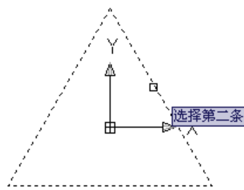


图 2-144　选择第 2 条直线

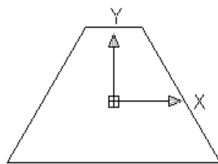


图 2-145　倒角



【电气图示例】 绘制多线型电缆接线盒符号。

操作步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 10×5 的矩形，效果如图 2-146 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制矩形的水平中线，效果如图 2-147 所示。



图 2-146　绘制矩形

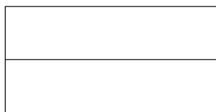


图 2-147　绘制水平中线

（3）在命令行输入命令“LENGTHEN”，把水平中线各向两边延伸，延伸长度为 5，效果如图 2-148 所示。

（4）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把水平直线向两边偏移复制一份，复制距离为 2，效果如图 2-149 所示。

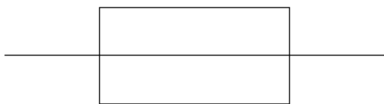


图 2-148　拉长直线

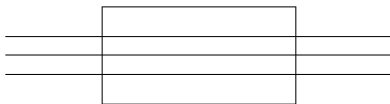


图 2-149　偏移复制直线

（5）单击“修改”面板中的“倒角”命令按钮，按命令行的提示把步骤 1 和步骤 2 创建的直线进行倒角，倒角距离为 1。

命令: _chamfer
(“修剪”模式) 当前倒角距离 1 = 10.0000，距离 2 = 10.0000
选择第一条直线或 [放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]: d（执行修改倒角距的选项）
指定第一个倒角距离 <10.0000>: 1（确定新倒角距）
指定第二个倒角距离 <1.0000>:5（按〈Enter〉键）
选择第一条直线或 [放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]:（选择如图 2-150 所示边）
选择第二条直线: （选择如图 2-151 所示边）

阶段效果如图 2-152 所示。



图 2-150　选择一条边

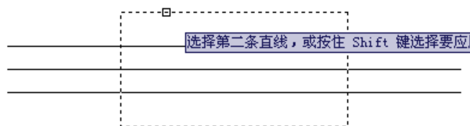


图 2-151　选择另一条边

（6）参考步骤 5，把其他 4 个角进行倒角，阶段效果如图 2-153 所示。



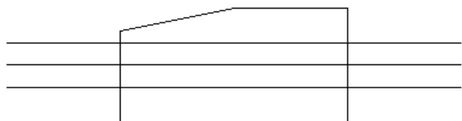


图 2-152　1 个角倒角

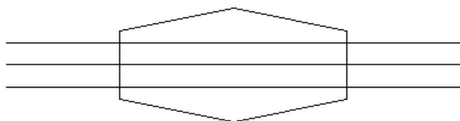


图 2-153　3 个角倒角

2.1.17　圆角

本命令用于在两条直线之间按照指定的圆角半径创建圆角，“圆角”命令按钮在“修改”面板中的位置如图 2-154 所示。

【示例】 把五边形的上角倒圆角，按命令行的提示操作。



图 2-154　“圆角”命令按钮

命令: _fillet
当前设置: 模式 = 修剪，半径 = 0.0000
选择第一个对象或 [放弃(U)/多段线(P)/半径(R)/修剪(T)/多个(M)]: r（执行确定新圆角半径的选项）
指定圆角半径 <10.0000>:50（输入新圆角半径）
选择第一个对象或 [放弃(U)/多段线(P)/半径(R)/修剪(T)/多个(M)]:（选择如图 2-155 所示直线）
选择第二个对象，或按住〈Shift〉键选择要应用角点的对象:（选择如图 2-156 所示直线）

效果如图 2-157 所示。

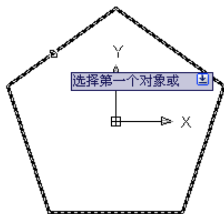


图 2-155　选择左边直线

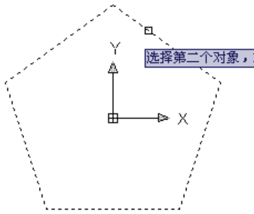


图 2-156　选择右边直线

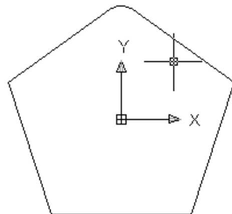


图 2-157　矩形圆角

【电气图示例】 绘制电感器符号。

操作步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制长度为 5 的垂直直线，效果如图 2-158 所示。

（2）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，屏幕出现“阵列”对话框。如图 2-159 所示设置参数，把直线阵列 5 行，行距为 1.25，效果如图 2-160 所示。

（3）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，按命令行的提示创建圆角。

命令: _fillet
当前设置: 模式 = 修剪，半径 = 10.0000
选择第一个对象或 [多段线(P)/半径(R)/修剪(T)]:（选择如图 2-161 所示虚线）
选择第二个对象,或按住〈Shift〉键选择要应用角点的对象:（选择如图 2-161 所示直线）



阶段效果如图 2-162 所示。

（4）参考上面的步骤，创建其他圆角，阶段效果如图 2-163 所示。

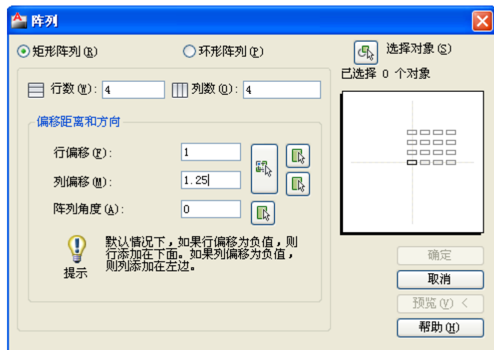


图 2-158　绘制直线　　图 2-159　“阵列”对话框　　图 2-160　阵列直线

（5）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除中间 3 条直线，效果如图 2-164 所示。

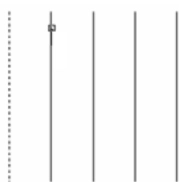


图 2-161　选择直线

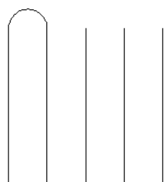


图 2-162　绘制圆角

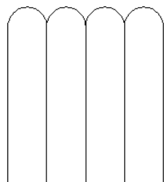


图 2-163　创建其他圆角

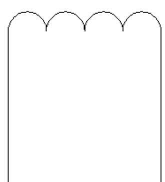


图 2-164　删除中间三条直线

2. 1. 18　绘制电线杆组装图

操作步骤如下。

（1）首先绘制电线杆的杆体和横担。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在原点的尺寸为 150×3000 的矩形，效果如图 2-165 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，以图 2-166 所示中点为起点，绘制尺寸为 1220×(−50)的矩形，效果如图 2-167 所示。

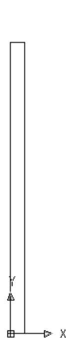


图 2-165　绘制矩形

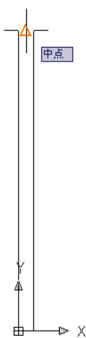


图 2-166　捕捉中点

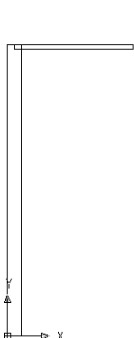


图 2-167　绘制矩形



（3）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以通过如图 2-166 所示中点的垂直直线为对称轴，把矩形 1220×(−50)对称复制一份，效果如图 2-168 所示。

（4）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把两个矩形 1220×(−50)垂直向下移动距离 300，效果如图 2-169 所示。

（5）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把两个矩形 1220×(−50)垂直向下复制一份，复制距离为 970，效果如图 2-170 所示。

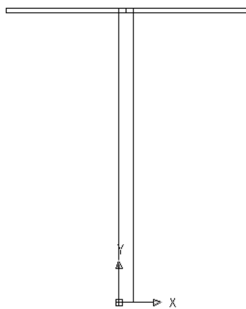


图 2-168　对称复制矩形

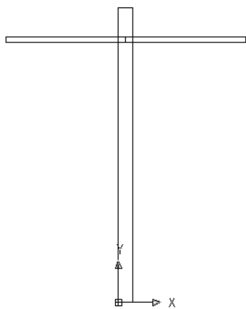


图 2-169　移动两个矩形

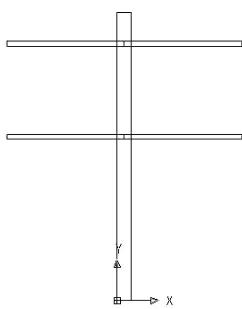


图 2-170　复制两个矩形

（6）把绝缘子装在电线杆上。单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把绝缘子图形以图 2-171 所示中点为移动基准点，以图 2-172 所示端点为目标点进行移动，效果如图 2-173 所示。

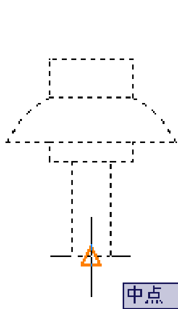


图 2-171　捕捉中点

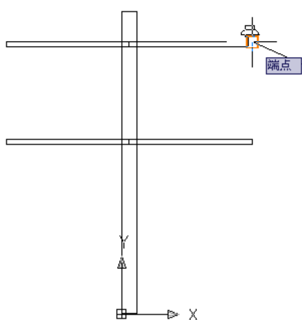


图 2-172　捕捉端点

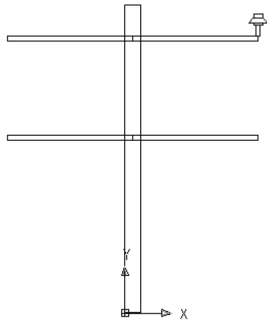


图 2-173　移动图形

（7）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把绝缘子图形向左边移动，移动距离为 40，效果如图 2-174 所示。

（8）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把绝缘子图形向左边复制一份，复制距离为 910，效果如图 2-175 所示。

（9）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 2-176 所示端点为复制基准点，把两个绝缘子图形垂直向下复制到下边横栏上，效果如图 2-177 所示。

（10）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以通过如图 2-178 所示中点的垂直直线为对称轴，把右边两个绝缘子图形对称复制一份，效果如图 2-179 所示。

（11）现在绘制夹紧横担的螺栓套。单击“实用程序”面板中的“窗口”命令按钮，放大如图 2-180 所示框选的图形，预备下一步操作。



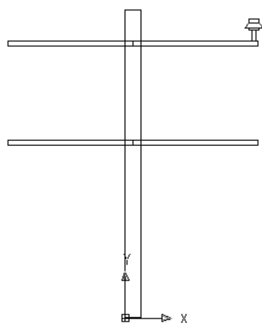


图 2-174　移动绝缘子图形

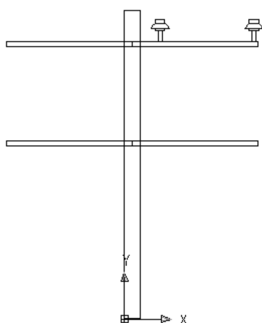


图 2-175　向左边复制绝缘子图形

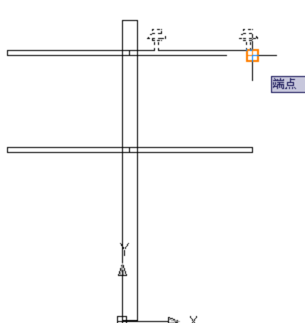


图 2-176　捕捉端点

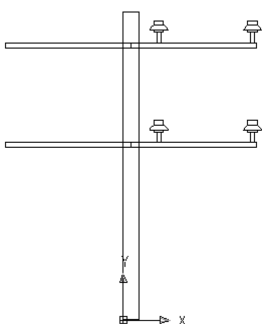


图 2-177　向下复制绝缘子图形

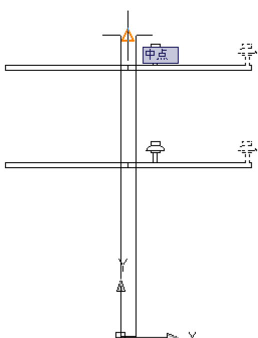


图 2-178　捕捉中点

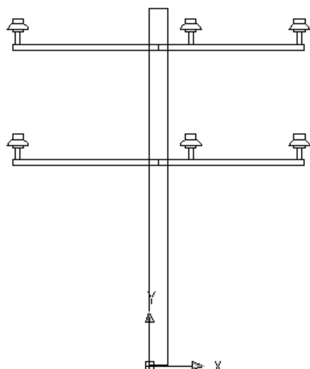


图 2-179　对称复制图形

（12）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 2-181 所示中点的尺寸为 85×10 的矩形，效果如图 2-182 所示。

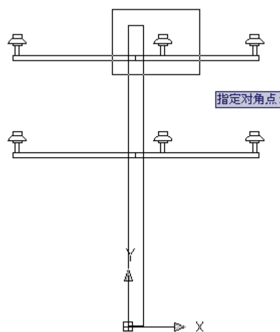


图 2-180　框选图形

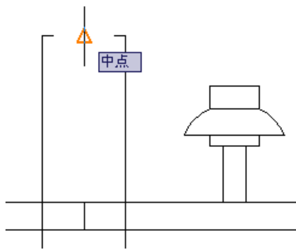


图 2-181　捕捉中点

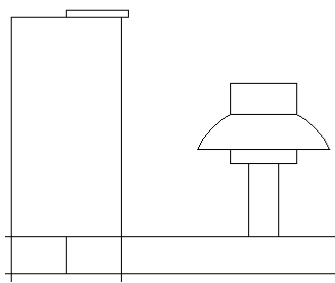


图 2-182　绘制矩形

（13）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以矩形 85×10 下边为对称轴，把矩形对称复制一份，效果如图 2-183 所示。

（14）单击“修改”面板中的“分解”命令按钮，把两个矩形分解成线条。

（15）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除两个矩形两边和中间的线条，效果如图 2-184 所示。



（16）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，然后单击如图 2-185 虚线和光标所示两条平行线，创建半圆弧，效果如图 2-186 所示。

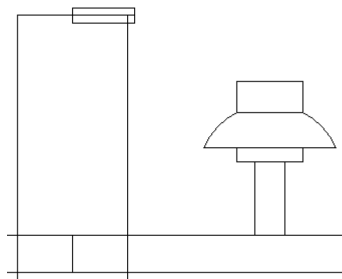


图 2-183　对称复制矩形

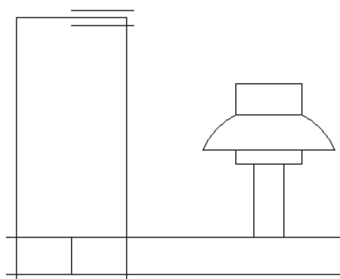


图 2-184　分解并删除图形

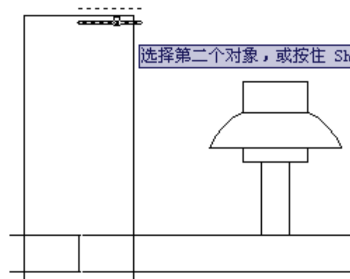


图 2-185　选择图形

（17）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制圆心在如图 2-187 所示圆心的 ϕ10 圆，效果如图 2-188 所示。

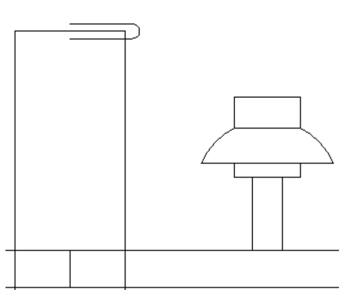


图 2-186　创建半圆弧

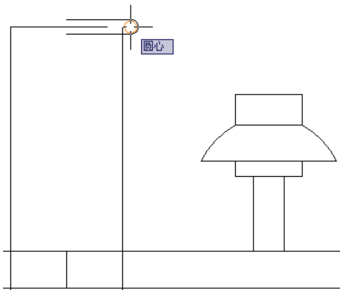


图 2-187　捕捉圆心

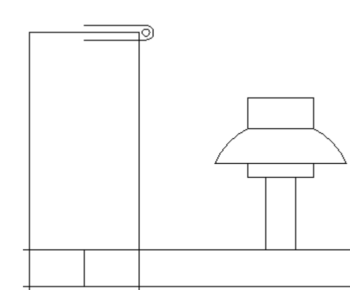


图 2-188　绘制圆

（18）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，把半边螺栓套图形向左对称复制一份，效果如图 2-189 所示。

（19）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把螺栓套图形向下移动距离 325，效果如图 2-190 所示。

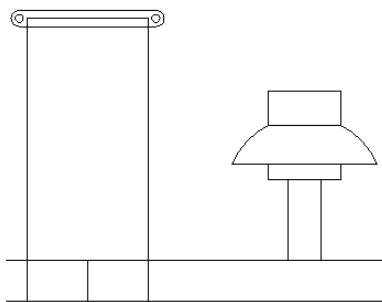


图 2-189　向左对称复制图形

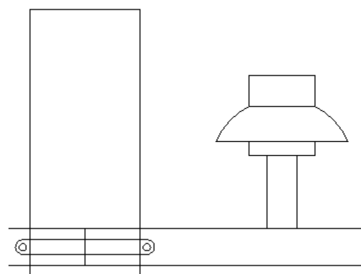


图 2-190　移动螺栓套图形

（20）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把螺栓套向下复制一份，复制距离为 970，效果如图 2-191 所示。

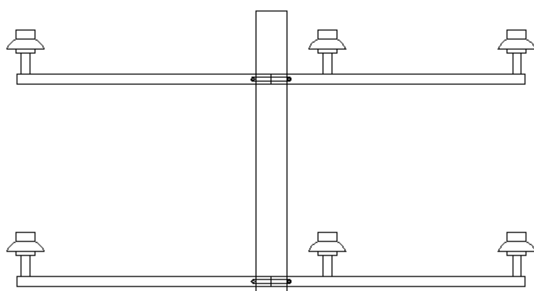


图 2-191　复制螺栓套

（21）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以如图 2-192 虚线所示矩形为修剪边，修剪掉光标所示的 4 段线头，结果如图 2-193 所示。

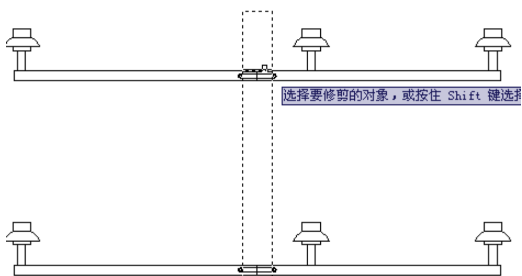


图 2-192　选择修剪边

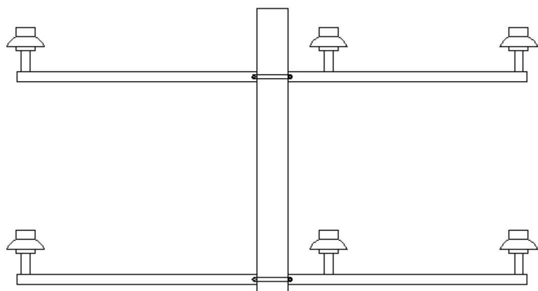


图 2-193　修建图形

（22）绘制纵向的支撑。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 2-194 所示端点的尺寸为 50×970 的矩形，效果如图 2-195 所示。

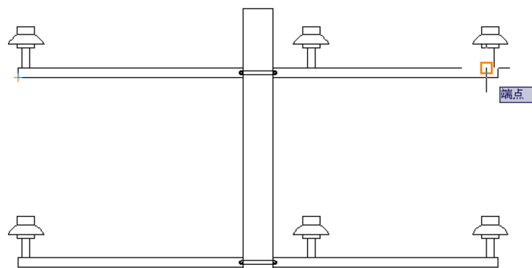


图 2-194　捕捉端点

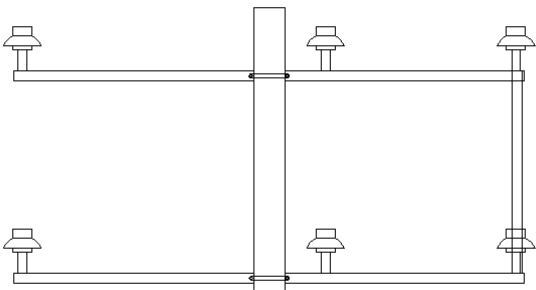


图 2-195　绘制矩形

（23）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 50×970 向左边移动距离 610，效果如图 2-196 所示。

（24）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 50×970 向下边移动距离为 25，效果如图 2-197 所示。

（25）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以如图 2-198 所示虚线矩形为修剪边，修剪掉光标所示的两段线头，效果如图 2-199 所示。

（26）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 2-200 光标所示螺栓套向下



复制一份，复制距离为 800，效果如图 2-201 所示。

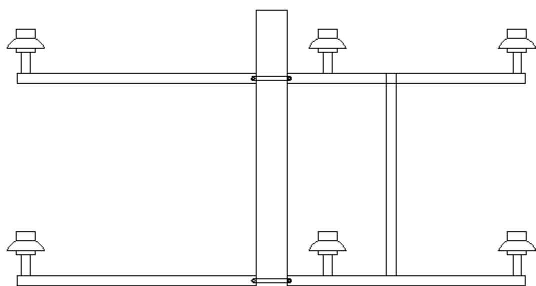


图 2-196　向左边移动矩形

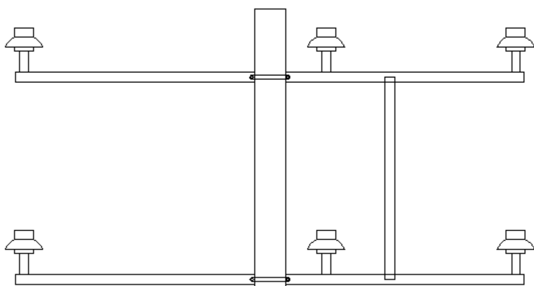


图 2-197　向下边移动矩形

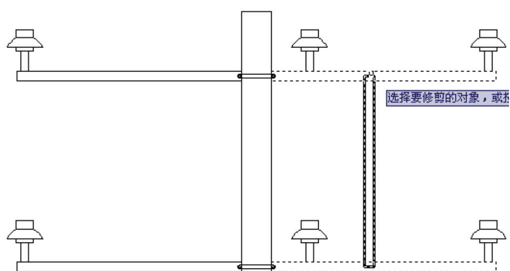


图 2-198　捕捉修剪边

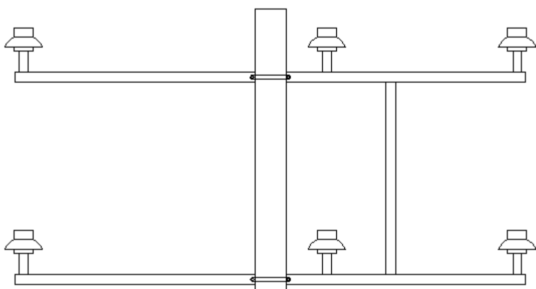


图 2-199　修剪矩形

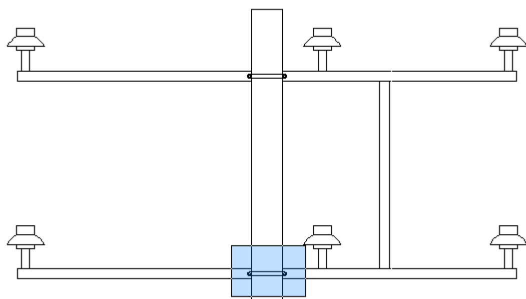


图 2-200　捕捉图形

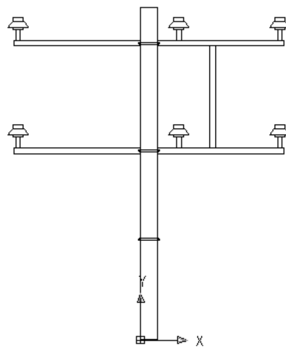


图 2-201　复制图形

（27）单击“实用程序”面板中的“窗口”命令按钮，放大如图 2-202 所示框选的图形，预备下一步操作，效果如图 2-203 所示。

（28）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，然后单击如图 2-204 虚线和光标所示两条平行线，创建半圆弧，效果如图 2-205 所示。

（29）绘制斜撑。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 2-206 和图 2-207 所示两个圆心的连线，效果如图 2-208 所示。

（30）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把斜线向两边各偏移复制一份，复制距离为 25，效果如图 2-209 所示。



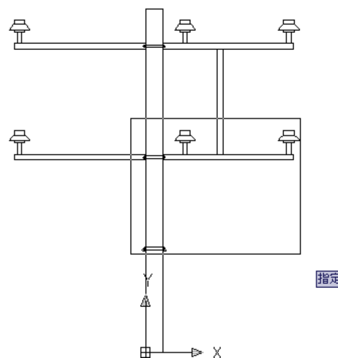


图 2-202　捕捉图形

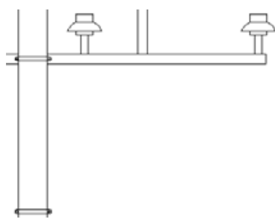


图 2-203　局部放大图形

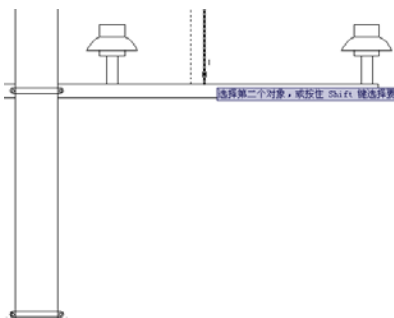


图 2-204　捕捉圆角边

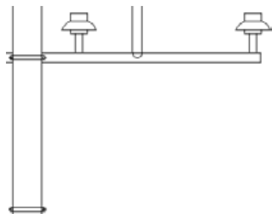


图 2-205　创造半圆弧

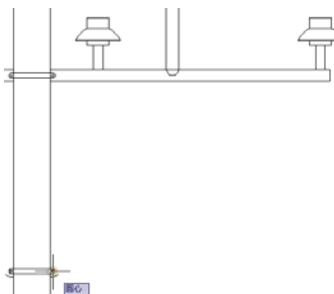


图 2-206　捕捉起点

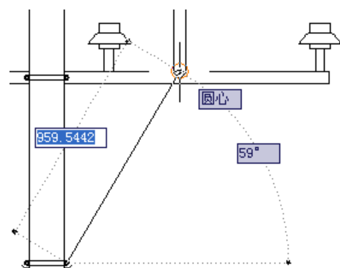


图 2-207　捕捉终点

（31）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除斜线和绘制的半圆弧，效果如图 2-210 所示。

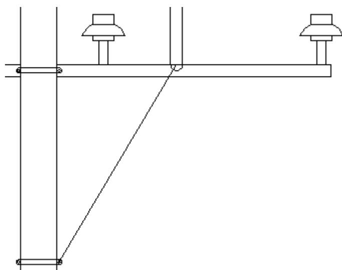


图 2-208　绘制斜线

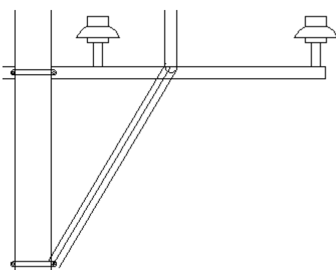


图 2-209　偏移复制斜线

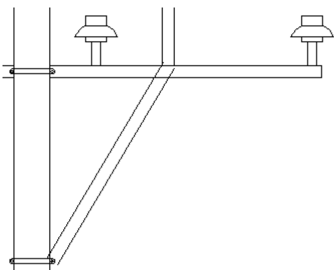


图 2-210　删除图形

（32）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以如图 2-211 虚线所示矩形为修剪边，修剪掉光标所示的两段线头，效果如图 2-212 所示。

（33）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，然后单击如图 2-213 虚线和光标所示两条平行线，创建半圆弧，效果如图 2-214 所示。

（34）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以如图 2-215 虚线所示矩形为修剪边，修剪掉光标所示的两段线头，效果如图 2-216 所示。

（35）绘制另一边的纵向支撑、斜撑。单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以如图 2-217 光标所示通过电杆中点的垂直直线为对称轴，把右边虚线所示的图形对称复制一份，效果如图 2-218 所示。



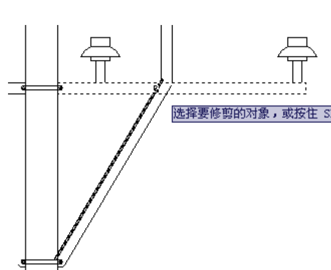


图 2-211　捕捉修剪边

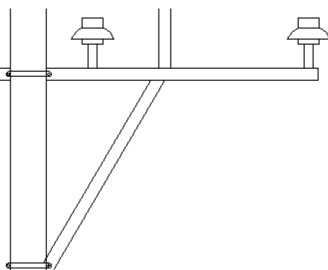


图 2-212　修剪图形

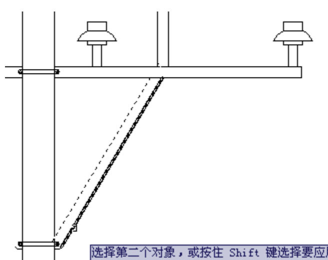


图 2-213　捕捉圆角边

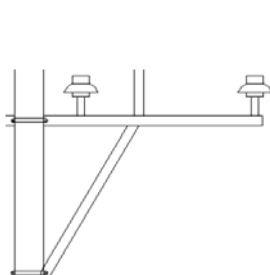


图 2-214　创建半圆弧

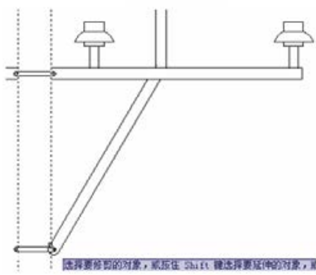


图 2-215　再次捕捉边

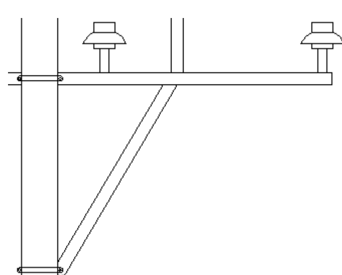


图 2-216　修剪图形

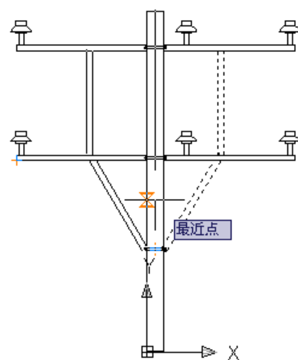


图 2-217　牵拉对称轴

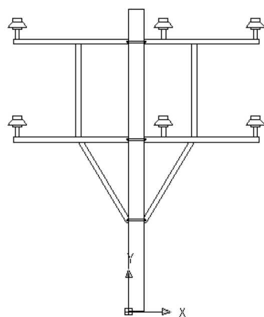


图 2-218　对称复制图形

2.2　尺寸标注

尺寸标注可分为长度方向的尺寸标注、圆周尺寸标注和角度尺寸标注，标注尺寸的方法有单独标注、基线标注、连续标注、引线标注。读者应熟练掌握本章的内容，以便完成图样的尺寸标注。本章包括尺寸元素、线性尺寸标注、对齐尺寸标注、角度尺寸标注、基线标注、连续标注、多重引线标注和关联标注。

2.2.1　尺寸元素

如图 2-219 所示，一个尺寸标注单元由尺寸线、尺寸界线、尺寸箭头和尺寸文字 4 部分



组成。构成尺寸的尺寸线、尺寸界线、尺寸箭头和尺寸文字是一个块，因此需要先炸开才能对它们分别进行编辑。

尺寸标注分为线性尺寸标注、对齐尺寸标注、弧长尺寸标注、坐标尺寸标注、半径尺寸标注、直径尺寸标注、角度尺寸标注、基线标注、连续标注等，线性尺寸标注又分水平标注、垂直标注和旋转标注 3 种。图 2-220 显示了部分常用尺寸标注类型。

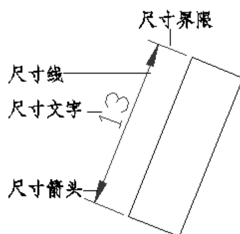


图 2-219　尺寸标注的组成

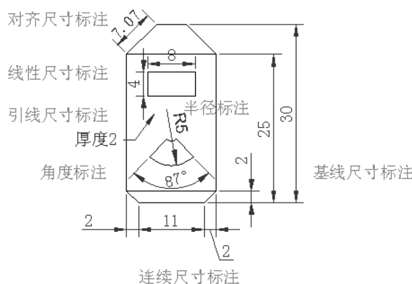


图 2-220　部分常用尺寸标注类型

各种类型的尺寸标注命令集中在如图 2-221 所示的“注释”选项卡下的“注释”面板中。

▷▷▷ 2. 2. 2　线性尺寸标注

“注释”面板中第一项是“线性”标注命令，它用于标注在 *X* 轴、*Y* 轴方向上的尺寸。如图 2-222 所示为“线性”标注命令按钮在“注释”面板中的位置。

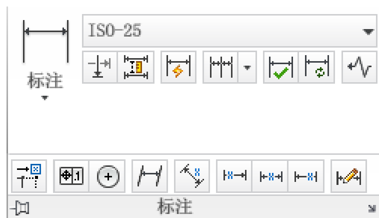


图 2-221　“注释”面板



图 2-222　“线性”尺寸标注命令按钮

【示例】 给如图 2-223 所示的圆锥体标注直径与高度，操作步骤如下。

（1）标注底面直径。单击“线性”标注命令按钮，按以下提示进行操作。

命令：_dimlinear
指定第一条延伸线原点或 <选择对象>:（选择圆锥体左下方的端点）
指定第二条延伸线原点:（选择圆锥体右下方的端点）
指定尺寸线位置或
[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)/水平(H)/垂直(V)/旋转(R)]：（确定尺寸标注的位置）
标注文字 ＝51.96

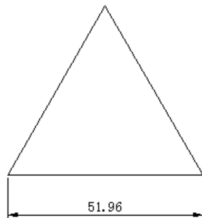


图 2-223　系统自动标注的尺寸

效果如图 2-223 所示。



（2）重复步骤 1，标注直径。在“指定尺寸线位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)/水平(H)/垂直(V)/旋转(R)]”这一步输入“m”后按〈Enter〉键，将观察到如图 2-224 所示的“多行文字编辑器”面板，其中深色数字是系统标出的长度值，可以删除该值并写入需要的文字。现在要在“尺寸”前加直径符号ϕ，如图 2-225 所示单击“多行文字编辑器”中的“符号”命令按钮，在弹出的下拉菜单中选择“直径（I）%%c”命令，效果如图 2-226 所示。

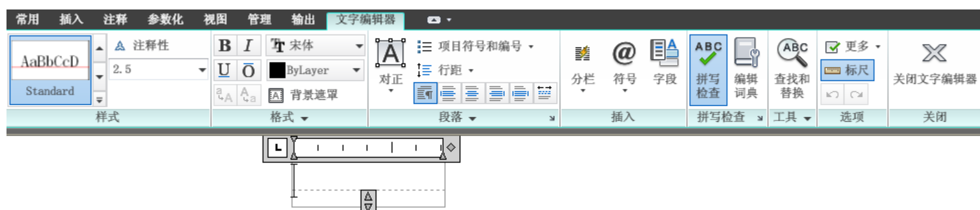


图 2-224　在“多行文字编辑器”面板中修改文字

（3）单击“线性”标注命令按钮，标注高度，效果如图 2-227 所示。

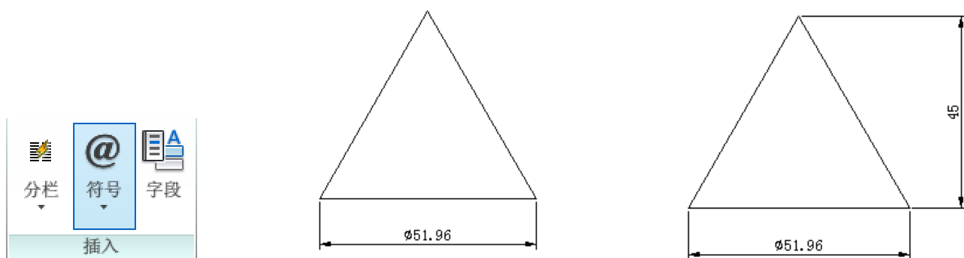


图 2-225　“符号”命令按钮　　图 2-226　圆锥体的直径尺寸标注　　图 2-227　圆锥体的高度尺寸标注

2.2.3　对齐尺寸标注

“对齐”尺寸标注用于标注沿尺寸起点、终点连线方向上的尺寸，“对齐”标注命令按钮在“注释”面板中的位置如图 2-228 所示。

【示例】 给图 2-229 所示的三角形标注斜边长度。单击“对齐”标注命令按钮，按如下提示操作。



图 2-228　“对齐”尺寸标注命令按钮

命令: _dimaligned
指定第一条延伸线原点或 <选择对象>:（选择如图 2-229 所示三角形上端点）
指定第二条延伸线原点:（选择如图 2-230 所示三角形下端点，出现如图 2-231 所示随光标浮动的虚拟标注）
指定尺寸线位置或
[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)]:（单击确定标注的位置）
标注文字 ＝29.08

效果如图 2-232 所示。

图 2-229　捕捉标注起点

图 2-230　捕捉标注终点

图 2-231　浮动的尺寸标注

图 2-232　完成尺寸标注



2.2.4　角度尺寸标注

“角度”尺寸标注用于标注两条斜线的角度，它在“注释”面板中的位置如图 2-233 所示。



图 2-233　“角度”尺寸标注命令按钮

【示例】 给一个电气零件的圆弧部分标注包含角，按如下步骤操作。

命令: _dimangular
选择圆弧、圆、直线或 <指定顶点>:（选择如图 2-234 所示的第 1 条直线）
选择第二条直线: （选择如图 2-235 所示的第 2 条直线，出现如图 2-236 所示随光标浮动的虚拟角度标注）
指定标注弧线位置或 [多行文字(M)/文字(T)/角度(A)/象限点(Q)]:（单击确认角度标注的位置）
标注文字 =63°

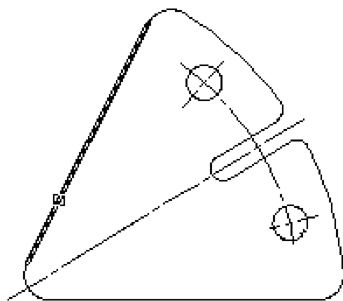


图 2-234　选择第 1 条直线

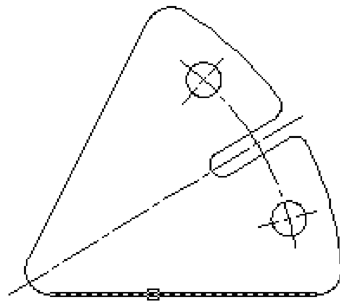


图 2-235　选择第 2 条直线



效果如图 2-237 所示。

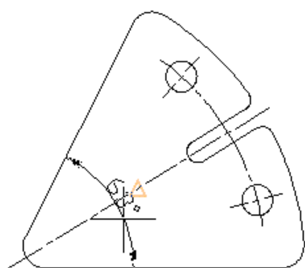


图 2-236　虚拟角度标注

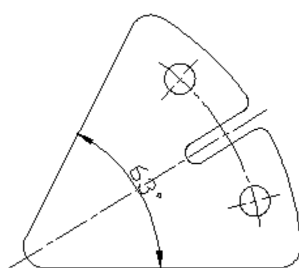


图 2-237　完成角度标注

▷▷▷ 2.2.5　连续标注

“连续”标注共用尺寸线，可以标注电气图样的建筑轴线。它在标注面板中的位置如图 2-238 所示。



图 2-238　“连续”标注命令按钮

【示例】标注如图 2-239 所示照明施工图的左边轴线之间的距离，操作步骤如下。

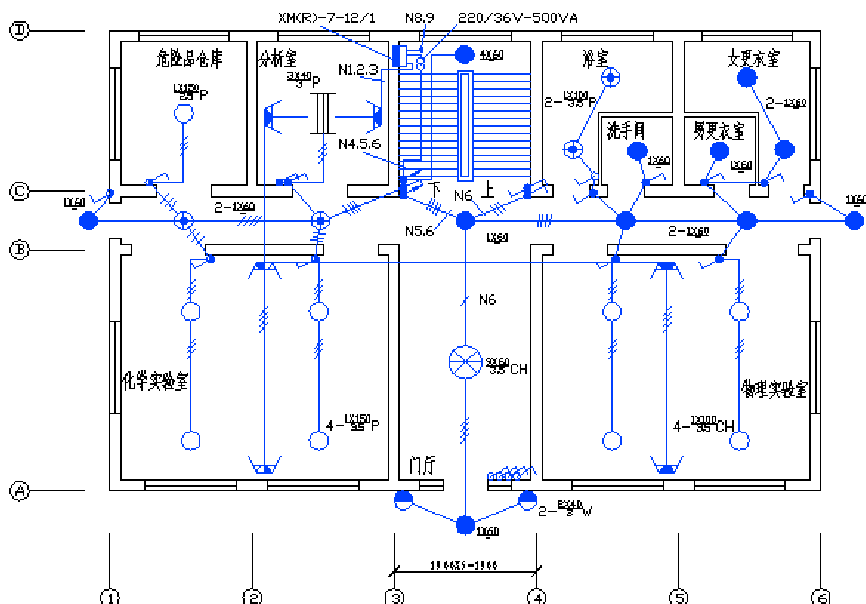


图 2-239　照明施工图

（1）单击“线性”尺寸标注命令按钮，标注 D、C 轴线之间的距离，效果如图 2-240 所示。

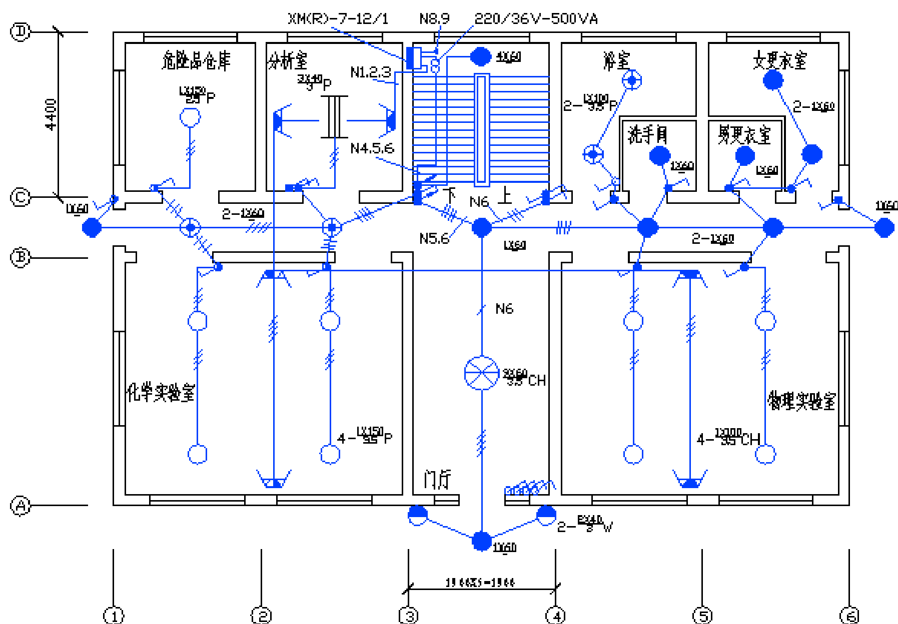


图 2-240　第 1 个标注

（2）单击“连续”标注命令按钮，出现随光标浮动的尺寸标注，如图 2-241 所示。

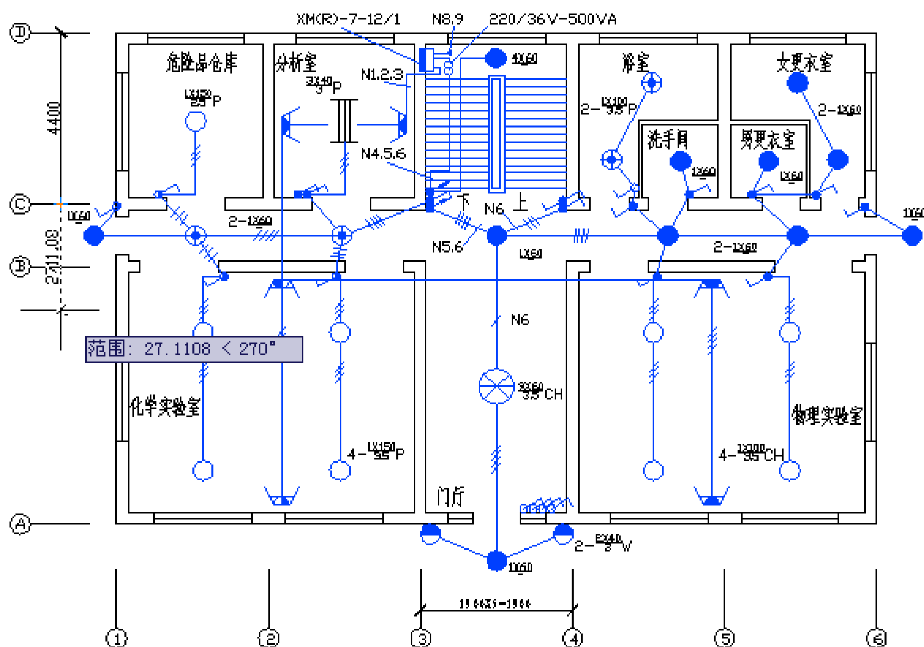


图 2-241　随光标浮动的尺寸标注

捕捉如图 2-242 所示垂足作为第 2 个尺寸的终点，单击完成标注，同时出现第 3 个虚拟尺寸标注，如图 2-243 所示。

图 2-242　捕捉一个端点

图 2-243　第 2 个标注

（3）捕捉如图 2-244 所示垂足作为第 3 个尺寸的终点，单击完成标注，同时出现第 4 个虚拟尺寸标注，如图 2-245 所示。

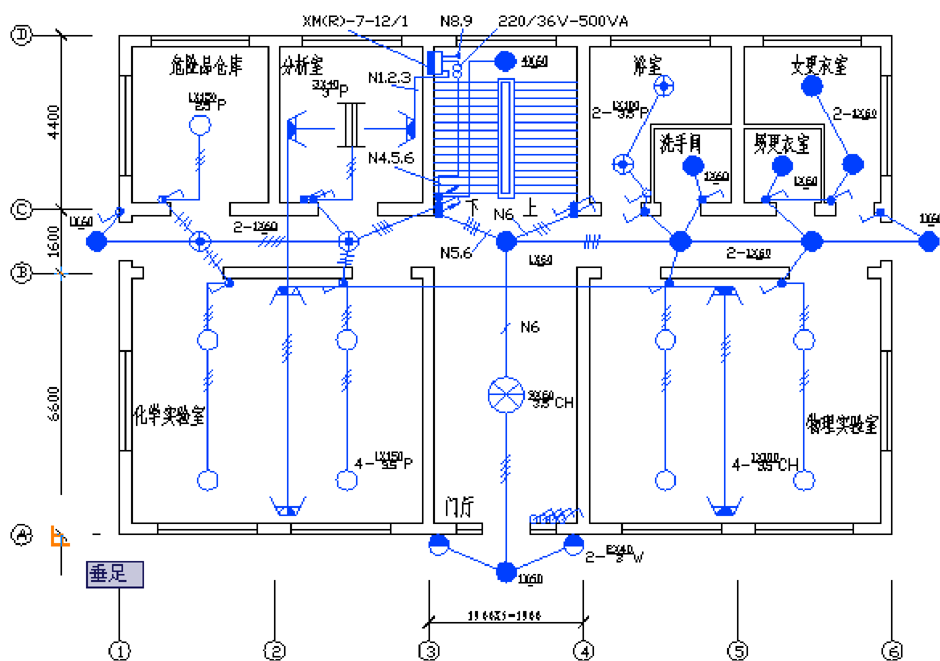


图 2-244　再捕捉一个端点

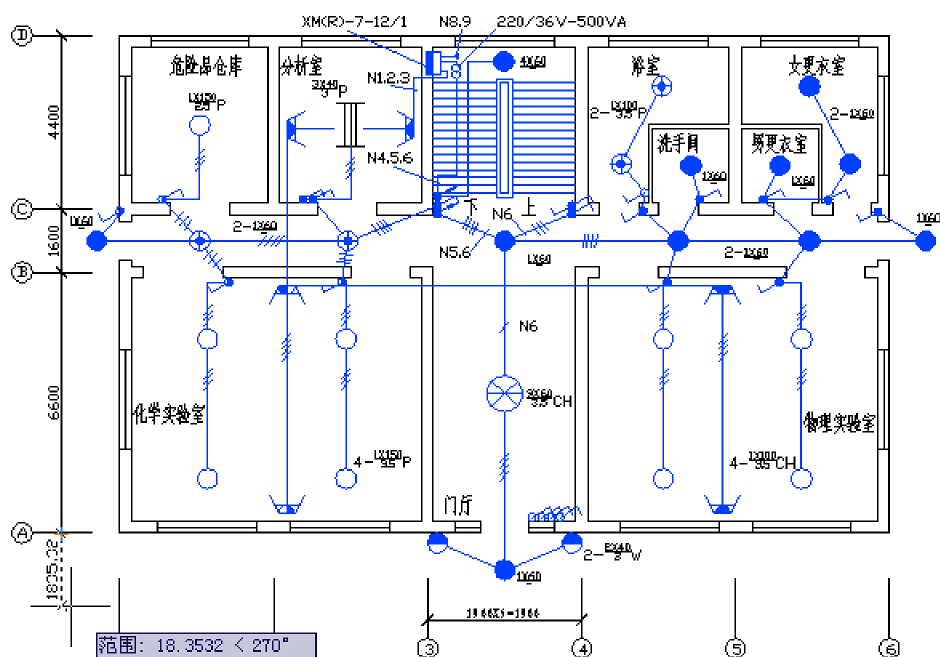


图 2-245　第 3 个虚拟标注



（4）连续按两次〈Enter〉键结束连续尺寸标注，效果如图 2-246 所示。

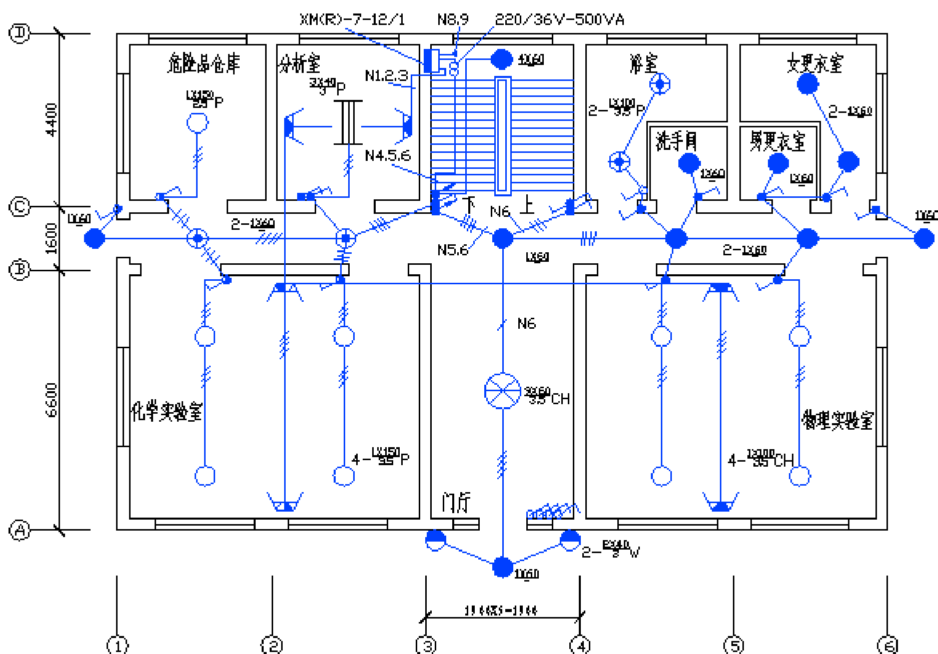


图 2-246　完成标注

2.2.6　多重引线标注

在标注厚度和标明零件序号时，需要使用引线标注，多重引线标注是 AutoCAD 2011 在原版本的引线标注基础上拓展的功能，“多重引线”标注命令按钮在“注释”面板中的位置如图 2-247 所示。



图 2-247　“多重引线”命令按钮

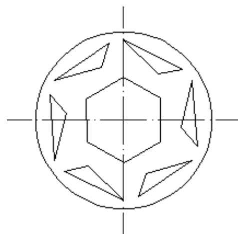
【示例】 给一块如图 2-248 所示的某电气冲压力零件标注厚度，厚度为 0.4。单击“多重引线”标注命令按钮，按命令行的提示操作。

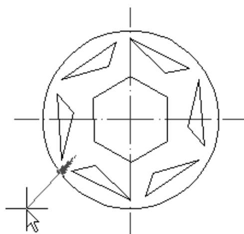
> 命令: _mleader
> 指定引线箭头的位置或 [引线基线优先(L)/内容优先(C)/ 选项(O)] <选项>:（按〈Enter〉键）（默认“选项”设置）
> 输入选项[引线类型(L)/引线基线(A)/ 内容类型(C)/最大节点数(M)/第一个角度(F)/第二个角度(S)/退出选项(X)] <退出选项>:m（这里选择最大节点数）
> 输入引线的最大节点数 <2>:3（这里选择 3 个节点）
> 输入选项[引线类型(L)/引线基线(A)/ 内容类型(C)/最大节点数(M)/第一个角度(F)/第二个角度(S)/退出选项(X)] <最大节点数>:x（这里选择退出选项）
> 指定引线基线的位置: (如图 2-249 所示为选择第一个节点和第二个节点的位置)

当 3 个节点确定好后，在出现的“多行文字编辑器”中输入“厚度 0.4”，然后单击“关

闭”按钮，完成操作。

效果如图 2-250 所示。


图 2-248　零件


图 2-249　选择节点的位置

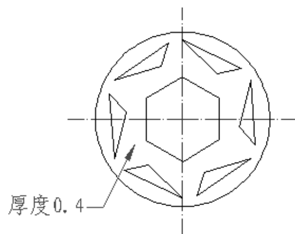
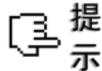


图 2-250　完成厚度标注



在使用 AutoCAD 2011 版本时，建议用户使用“多重引线”标注命令进行操作，若需要运用“快速引线”标注命令，可通过在命令行中输入“_qleader”，再按照命令行的提示操作。

 2.2.7　关联标注

如果所标注尺寸与被标注对象之间有关联关系，则称为尺寸关联。如果标注的尺寸是按自动测量值进行标注的，且符合尺寸关联模式，那么改变图形的尺寸后，其标注尺寸也发生改变，尺寸界线、尺寸线的位置自动变更到新位置，尺寸值也改变成新的测量值。相反，改变尺寸界线起始点的位置，图形尺寸也会发生相应变化。尺寸关联功能使用户的尺寸标注和图形编辑操作更加有效率。

要查看尺寸标注是否为关联标注，可以在“特性”对话框中查看。双击尺寸对象，打开“特性”对话框，对话框中的“关联”特性值可说明该尺寸标注是否为关联标注，如图 2-251 所示。

 2.2.8　标注电线杆组装图

操作步骤如下。

（1）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮，标注如图 2-252 和图 2-253 所示两个端点之间的尺寸，其值为 970，阶段效果如图 2-254 所示。



图 2-251　“特性”对话框

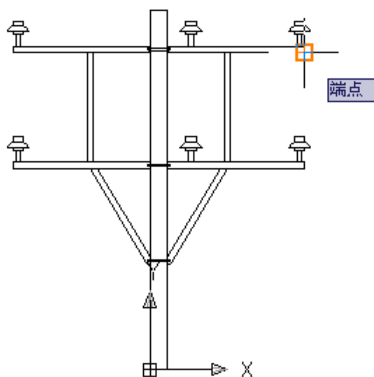


图 2-252　捕捉尺寸线起点

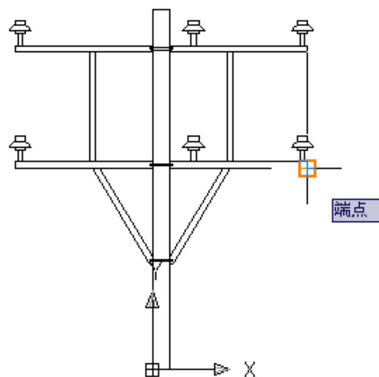


图 2-253　捕捉尺寸线终点



（2）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮⊢⊣，标注如图 2-255 所示绝缘子与横杆端部的尺寸，其值为 40。

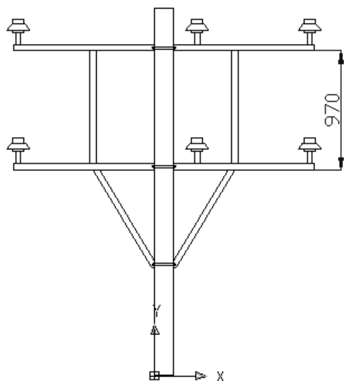


图 2-254　标注横杆距离

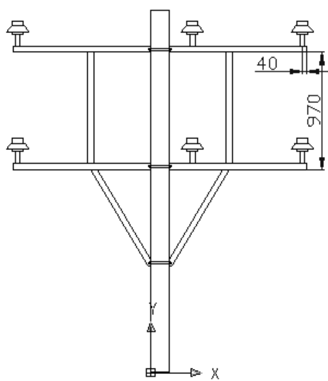


图 2-255　标注绝缘子与横杆端部的尺寸

（3）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮⊢⊣，标注如图 2-256 所示绝缘子与横杆支架之间的尺寸，其值为 630。

（4）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮⊢⊣，标注如图 2-257 所示绝缘子之间的尺寸，其值为 910。

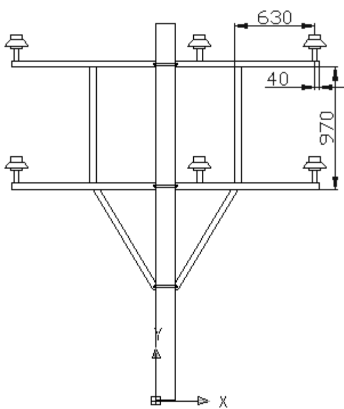


图 2-256　标注绝缘子与横杆支架之间的距离

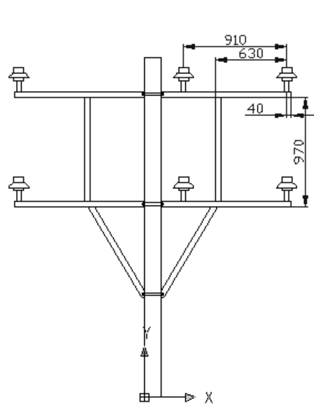


图 2-257　标注绝缘子之间的尺寸

（5）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮⊢⊣，标注如图 2-258 所示绝缘子与电杆中心的尺寸，其值为 270。

（6）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮⊢⊣，标注如图 2-259 所示左边绝缘子与横杆支架之间的尺寸，其值为 630。

（7）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮⊢⊣，标注如图 2-260 所示左边绝缘子之间的尺寸，其值为 1450。

（8）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮⊢⊣，标注如图 2-261 所示左边绝缘子与横杆端部的尺寸，其值为 40。

1
第 2 章
3
4
5
6
7
8
9
附录

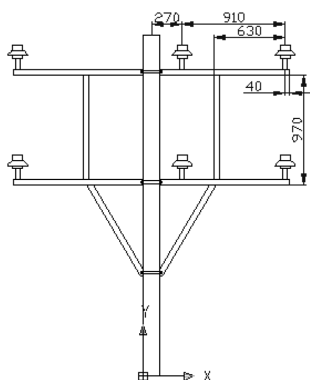


图 2-258　标注绝缘子与电杆中心的尺寸

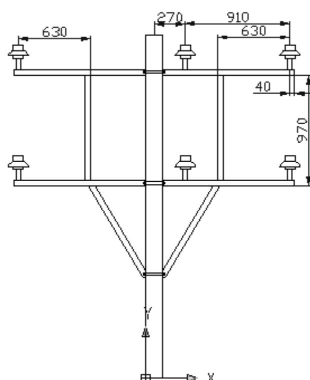


图 2-259　标注左边绝缘子与横杆支架之间的尺寸

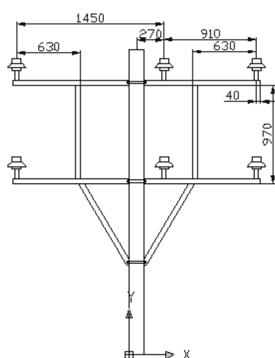


图 2-260　标注左边绝缘子之间的尺寸

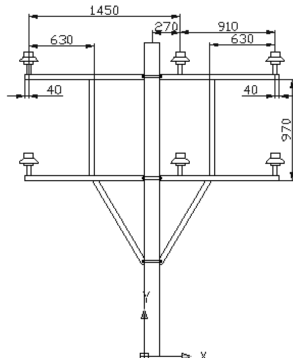


图 2-261　标注左边绝缘子与横杆端部的尺寸

（9）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮，标注如图 2-262 所示电杆顶部与横杆之间的尺寸，其值为 300。

（10）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮，标注如图 2-263 所示底部螺栓套与下边横杆之间的尺寸，其值为 800。

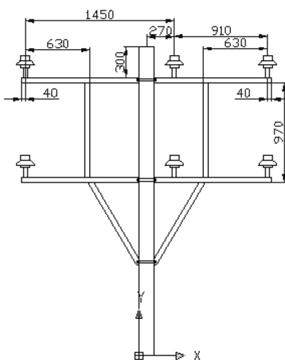


图 2-262　标注电杆顶部与横杆之间的尺寸

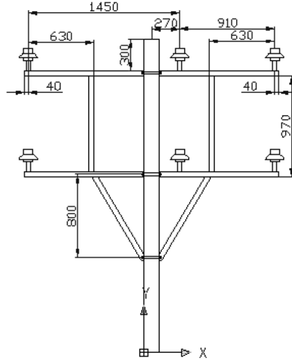


图 2-263　标注螺栓套与横杆之间的尺寸



如果需要修改标注的文字内容，则双击文字内容并在“特性”对话框内修改，如图 2-264 所示。

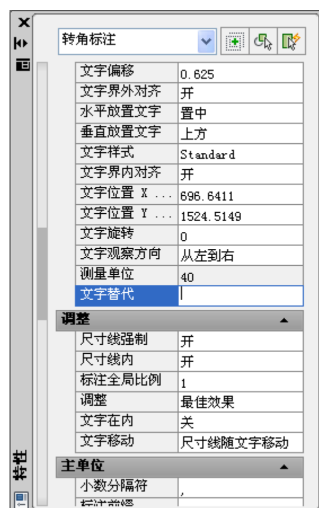


图 2-264　修改文字内容

2.3　文字与编辑文字

说明、列表、标题等项目是电气工程图样必不可少的文字内容。这些内容既有单行的，也有多行的。在 AutoCAD 2011 中，既可以一次输入一行文字，也可以一次输入多行文字。输入文字的内容、大小、样式都可以修改。工程图样中的文字有若干国家标准，用户可以在 AutoCAD 2011 中选择符合国标的文字样式。通过本章的学习，读者可以学会单行文字、多行文字的输入方法，以及修改文字的方法。用户还可以修改、新建文字样式，使输入的文字符合统一的要求。

在 AutoCAD 2011 中，文字命令集中安排在“注释”选项卡下的“文字”面板中，如图 2-265 所示。其中包括输入“多行文字”、“单行文字”等命令。下面介绍常用的文字命令。

2.3.1　多行文字

多行文字是指一段文字，它们宽度一定，行数不限。“多行文字”命令按钮在“文字”面板中的位置如图 2-266 所示。



图 2-265　“文字”面板



图 2-266　“多行文字”命令按钮位置

单击“多行文字”命令按钮，AutoCAD 2011 弹出如图 2-267 所示“多行文字编辑器”面板，即可输入文字。

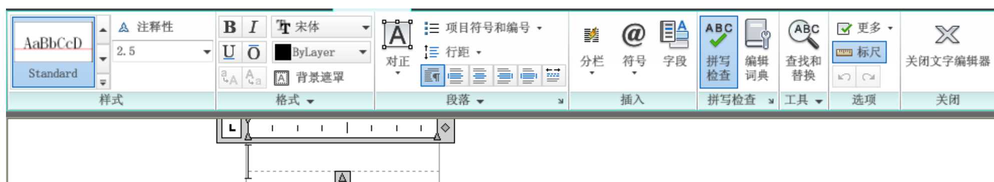


图 2-267　“多行文字编辑器”面板

【示例】 使用多行文字输入命令撰写一行文字，学习“多行文字”命令的使用方法。

单击“多行文字”命令按钮A，屏幕出现带“指定第一角点”的选择光标，用于指定文字位置，如图 2-268 所示。单击鼠标，然后拖动，再单击“确定”按钮，将出现如图 2-269 所示文字框位置。

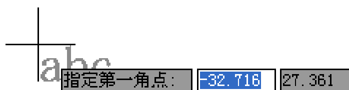


图 2-268 文字位置选择光标

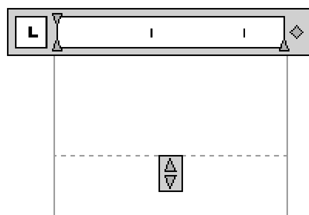


图 2-269 文字框

屏幕出现如图 2-270 所示的“多行文字编辑器”面板，在“设置格式”选项框中选择“仿宋”字体输入。随后光标在输入框左侧闪动，输入文字“建筑电气工程图”，单击“多行文字编辑器”右边的“关闭”按钮，完成输入。效果如图 2-271 所示。



图 2-270 “多行文字编辑器”面板

建筑电气工程图

图 2-271 输入文字“建筑电气工程图”

【电气图示例】 撰写电气施工说明。

使用“多行文字”命令撰写多行文字“设备要求：1.防震 2.密封”。

单击“多行文字”输入命令按钮A，命令行的提示如下。

命令: _mtext 当前文字样式:"Standard" 文字高度:1 注释性:否（系统显示当前多行文字系统的设置为标准设置，字高为 1）

指定第一角点: （系统要求输入多行文字书写范围的第一个角点）

指定对角点或 [高度(H)/对正(J)/行距(L)/旋转(R)/样式(S)/宽度(W)/栏(C)]:l （执行确定标注文字的行间距）

输入行距类型 [至少(A)/精确(E)] <至少(A)>: （按〈Enter〉键，确认最小文字的行间距）

输入行距比例或行距 <1x>:（按〈Enter〉键，确认行间距为 1 倍字宽）

指定对角点或 [高度(H)/对正(J)/行距(L)/旋转(R)/样式(S)/宽度(W) 栏(C)]: h（执行修改文字字高选项）

指定高度 <1>: 3（输入新字高 3）

指定对角点或 [高度(H)/对正(J)/行距(L)/旋转(R)/样式(S)/宽度(W) 栏(C)]: r

指定旋转角度 <0>: （按〈Enter〉键确认不旋转）



指定对角点或 [高度(H)/对正(J)/行距(L)/旋转(R)/样式(S)/宽度(W) 栏(C)]: w（执行修改文字字宽选项）
指定宽度: 10

屏幕出现“多行文字编辑器”面板，按图 2-272 所示输入参数和文字，单击“多行文字编辑器”右边的“关闭”按钮，完成操作。效果如图 2-273 所示。

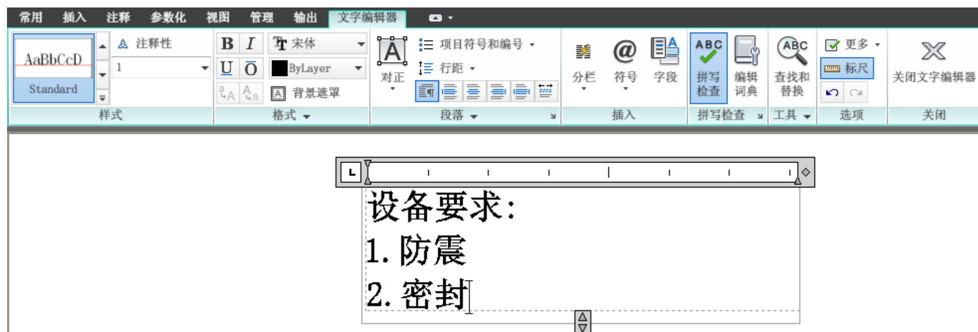


图 2-272　“多行文字编辑器”

设备要求:
1. 防震
2. 密封

图 2-273　多行文字输入效果

“指定对角点”选项可以确定文字的起始角点，如果用户确定另一角点，AutoCAD 2011 将以这两个点之间的横向宽度作为文字行的宽度，以第一个角点作为文字行顶线的起点。“高度（H）”选项用于确定文字的高度，在“指定高度”后输入高度值即可。“行距（L）”、“旋转（R）”、“宽度（W）”选项的值都可以修改，按提示操作即可。

“对正（J）”决定所标注段落文字的排列形式。如果执行该选项，命令行窗口有如下提示。

输入对正方式 [左上(TL)/中上(TC)/右上(TR)/左中(ML)/正中(MC)/右中(MR)/左下(BL)/中下(BC)/右下(BR)] <左上(TL)>:

各选项表示的排列形式在对应的中文中指明。

2.3.2　单行文字

“单行文字”命令按钮用于创建一行或者多行文字，但每行文字是一个独立的图形对象，可以参与图形编辑，如移动、旋转、调整格式等。“单行文字”命令按钮在“文字”面板中的位置如图 2-274 所示。



图 2-274　“单行文字”命令按钮

【电气示例】 逐行编写继电器名称与符号。

本例用于学习单行文字的输入步骤。按命令行的提示进行操作。

```
命令: _dtext
当前文字样式: “Standard” 文字高度: 2.5000 注释性: 否
指定文字的起点或 [对正(J)/样式(S)]: （在图形编辑窗口中单击确定文字起点）
指定高度 <2.5000>:（按〈Enter〉键，默认文字高度为 2.5）
指定文字的旋转角度 <0>: （按〈Enter〉键，确认文字不旋转）

就可以输入文字: 电流继电器 LJ
电压继电器 YJ
温度继电器 WJ
压力继电器 YJ
时间继电器 SJ
中间继电器 ZJ
信号继电器 XJ
差动继电器 CJ
功率继电器 GJ（按〈Enter〉键，结束操作）
```

效果如图 2-275 所示。

命令行中其他选项简介如下。

“指定文字的起点或 [对正(J)/样式(S)]:”提示中的“对正(J)”选项用于使输入的文字以某种方式排列对齐。执行该选项，进入下一级选项组。

```
输入选项
[对齐(A)/布满(F)/居中(C)/中间(M)/右对齐(R)/左上(TL)/中上(TC)/右上(TR)/左中(ML)/正中(MC)/右中(MR)/左下(BL)/中下(BC)/右下(BR)]:
```

电流继电器 LJ
电压继电器 YJ
温度继电器 WJ
压力继电器 YJ
时间继电器 SJ
中间继电器 ZJ
信号继电器 XJ
差动继电器 CJ
功率继电器 GJ

图 2-275 输入单行文字

其中“对齐（A）”选项要求确定所标注文字行基线的始点位置与终点位置。使用这个选项写一行文字，命令行的提示如下。

```
命令: _dtext
当前文字样式: “Standard” 文字高度:2.5000 注释性: 否
指定文字的起点或 [对正(J)/样式(S)]: j
输入选项 [对齐(A)/布满(F)/居中(C)/中间(M)/右对齐(R)/左上(TL)/中上(TC)/右上(TR)/左中(ML)/正中(MC)/右中(MR)/左下(BL)/中下(BC)/右下(BR)]: a（执行“对齐(A)”选项）
指定文字基线的第一个端点: （单击确认文字起始点）
指定文字基线的第二个端点: （单击确认文字终点，如图 2-276 所示）
```

输入文字“双断路器双母线”（按〈Enter〉键结束操作），效果如图 2-277 所示。

“布满(F)”选项用于确定文字行基线的始点位置、终点位置以及文字的字高，使用“布满(F)”选项的命令行提示如下。



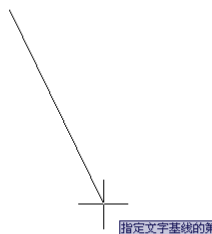


图 2-276　确认文字起点与终点



图 2-277　执行“对齐(A)”选项的效果

```
命令: _dtext
当前文字样式: “Standard”  文字高度: 2.5000   注释性: 否
指定文字的起点或 [对正(J)/样式(S)]: j
输入选项 [对齐(A)/布满(F)/居中(C)/中间(M)/右对齐(R)/左上(TL)/中上(TC)/右上(TR)/左中(ML)/正
中(MC)/右中(MR)/左下(BL)/中下(BC)/右下(BR)]: f（执行“布满(F)”选项）
指定文字基线的第一个端点: （在上一段文字边单击确认文字起始点）
指定文字基线的第二个端点: （单击确认文字终点，如图 2-278 所示）
指定高度 <2.5000>: 80（输入文字高度）
```

输入文字“线路变压器路”（见图 2-279）后按〈Enter〉键结束操作，效果如图 2-280 所示。

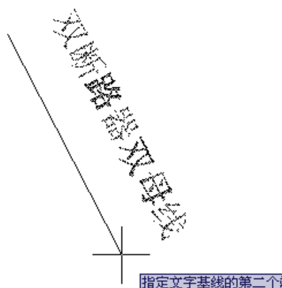


图 2-278　确定新一行文字的起点与终点

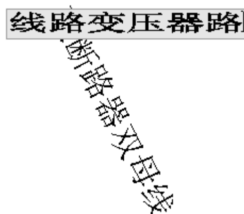


图 2-279　输入文字的中间效果

比较以上输入结果可知，执行“对齐(A)”选项的结果是输入的字符均匀分布于两点之间，文字行的旋转角度由两点间的倾斜角度确定，字高、字宽根据两点间的距离、字符的多少按文字宽度的比例自动确定；执行“布满(F)”选项的结果是文字字符均匀分布于指定的两点之间，其他与“对齐(A)”选项是一样的。



图 2-280　文字输入的最终效果

文字输入过程中的其他技巧如下。

- 在一个“单行文字”A 命令下，可书写若干行单行文字。每输入一行文字后，按〈Enter〉键，文字输入点自动换行，然后即可输入第二行文字。
- 在输入文字的过程中，可以移动光标到新位置并按拾取键，原文字行结束，用户可以在新的位置输入文字。

- 要改正刚才输入的字符，只要按一次〈←〉键就能把该字符删除，然后输入新的字符。

工程绘图中某些常用符号不能直接输入，AutoCAD 2011 提供了某些工程绘图中常用符号的输入代号，比如要在一段文字的上方或下方加画线、标注°（度）、±、ϕ 等符号，可以输入相应的代号。AutoCAD 2011 常用符号的输入代号如表 2-1 所示。

表 2-1　工程符号的代号

符　　号	功　　能
%%O	打开或关闭文字上画线
%%U	打开或关闭文字下画线
%%D	标注度（°）符号
%%P	标注正负公差（±）符号
%%C	标注直径（ϕ）符号

AutoCAD 2011 的控制符中，%%O 和%%U 分别是上画线与下画线的开关。当第一次出现这个符号时，表明打开上画线或下画线。当第二次出现该符号时，则会关闭上画线或下画线。

在“输入文字”提示下输入控制符时，这些控制符将临时显示在屏幕上。一旦结束文字输入，控制符将从屏幕上消失，换成相应的符号。

2.4　电气图示例：绘制外电总平面图

外电总平面图的操作步骤如下。

2.4.1　绘制图形

（1）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制ϕ2 圆，作为电线杆，效果如图 2-281 所示。

（2）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，屏幕出现“阵列”对话框，按图 2-182 所示填好各项数值。把圆阵列 7 行，行距为 12，效果如图 2-283 所示。

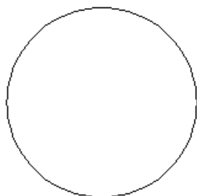


图 2-281　绘制圆

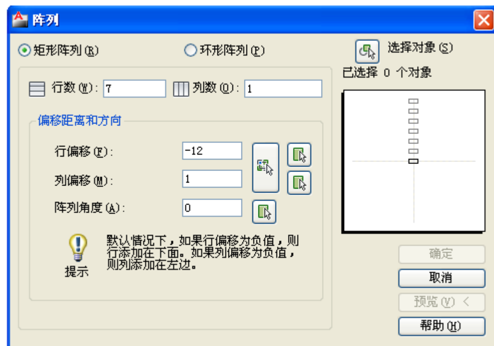


图 2-282　“阵列”对话框



图 2-283　纵向阵列圆



（3）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，屏幕出现“阵列”对话框，按如图 2-284 所示填好各项数值。把从上往下第 5 个圆阵列 6 列，列距为 12，效果如图 2-285 所示。

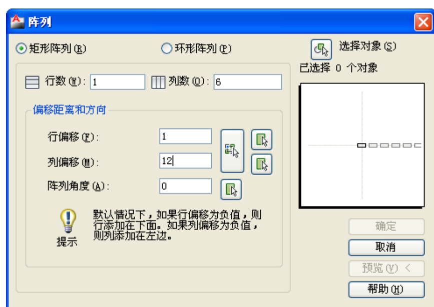


图 2-284　“阵列”对话框

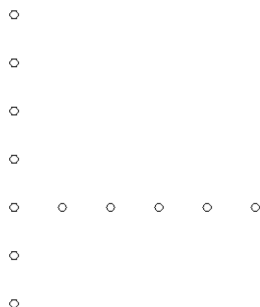


图 2-285　横向阵列圆

（4）绘制电杆之间的输电线。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 2-286 和图 2-287 所示两个象限点的连线，效果如图 2-288 所示。

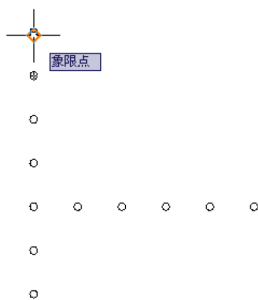


图 2-286　捕捉起点

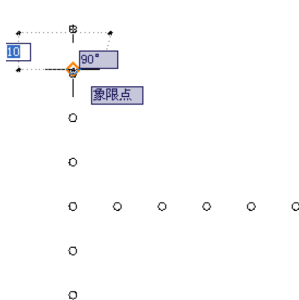


图 2-287　捕捉终点

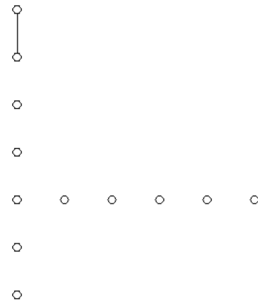


图 2-288　绘制连线

（5）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，把直线阵列 6 行，行距为-12，效果如图 2-289 所示。

（6）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 2-290 和图 2-291 所示两个象限点的连线，效果如图 2-292 所示。

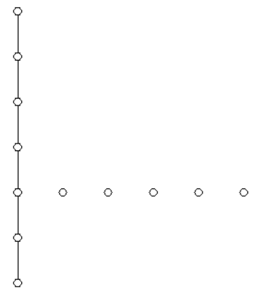


图 2-289　阵列直线

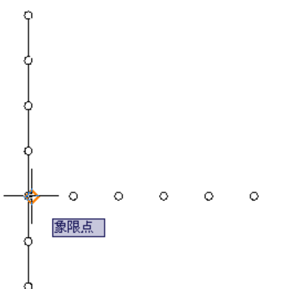


图 2-290　捕捉起点

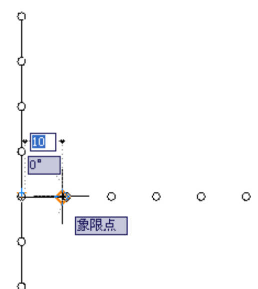


图 2-291　捕捉终点

（7）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，把刚才绘制的直线阵列 5 列，列距为 12，效果如图 2-293 所示。



（8）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制一个$\phi 5$ 圆（与最下边一个$\phi 2$ 圆同心），作为变压器符号，效果如图 2-294 所示。

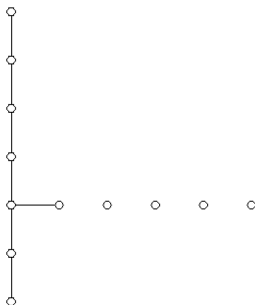


图 2-292　绘制横向直线

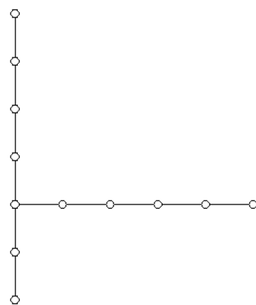


图 2-293　阵列横向直线

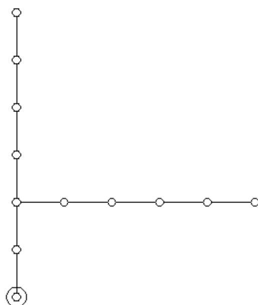


图 2-294　绘制圆

（9）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把$\phi 5$ 圆向左移动距离 10，效果如图 2-295 所示。

（10）单击“修改”面板中的“复制对象”命令按钮，以相对坐标点（@−10,−10）为复制目标点，复制最下边的$\phi 2$ 圆，效果如图 2-296 所示。

（11）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在$\phi 5$ 圆右边象限点，终点在如图 2-297 所示象限点的直线作为变压器出线，效果如图 2-298 所示。

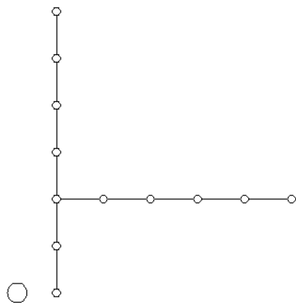


图 2-295　移动圆

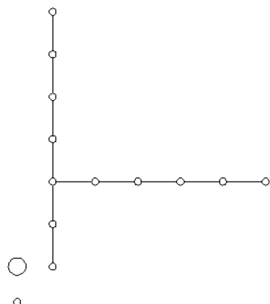


图 2-296　复制圆

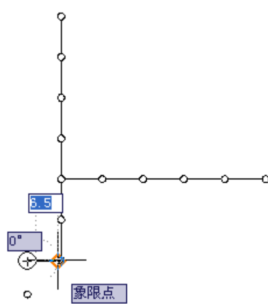


图 2-297　捕捉象限点

（12）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在$\phi 5$ 圆下边象限点，终点在如图 2-299 所示象限点的直线作为变压器进线，效果如图 2-300 所示。

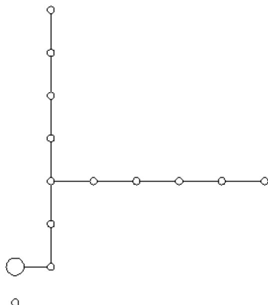


图 2-298　绘制变压器出线

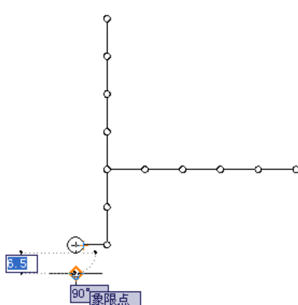


图 2-299　捕捉象限点

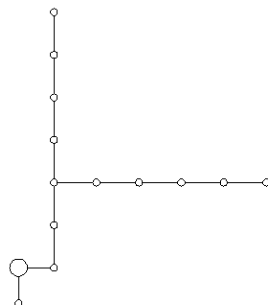


图 2-300　绘制变压器进线



（13）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 2-301 所示端点为复制基准点，图 2-302 所示的象限点为复制目标点，把图 2-301 所示的虚线图形复制一份，效果如图 2-303 所示。

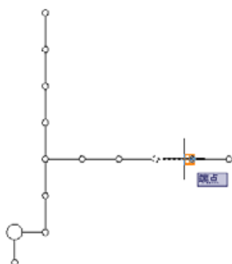


图 2-301　捕捉端点

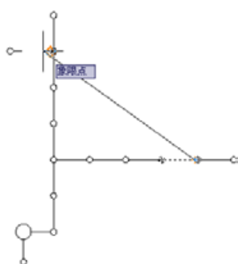


图 2-302　捕捉目标点

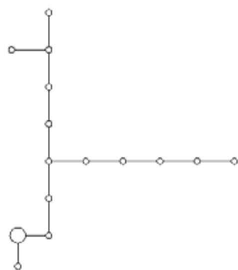


图 2-303　复制图形

（14）绘制车间平面图，并将其移动到适当的位置。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 20×15 的矩形，效果如图 2-304 所示。

（15）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 20×15 以其右边中点为移动基准点，以如图 2-305 所示象限点为移动目标点进行移动，效果如图 2-306 所示。

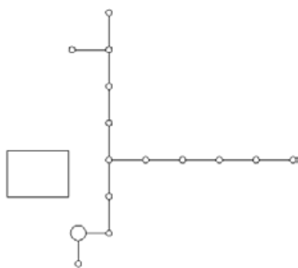


图 2-304　绘制矩形

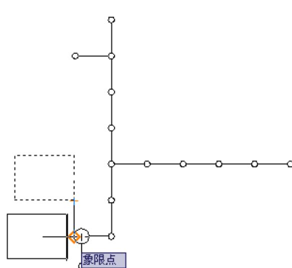


图 2-305　捕捉移动目标点

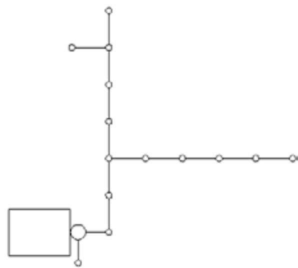


图 2-306　移动矩形

（16）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 20×15 向左边移动距离 5，效果如图 2-307 所示。

（17）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在$\phi5$ 圆左边象限点，终点在矩形 20×15 右边中点的直线，作为本车间的进线，效果如图 2-308 所示。

（18）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 15×15 的矩形，效果如图 2-309 所示。

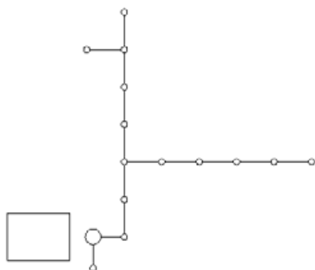


图 2-307　再次移动矩形

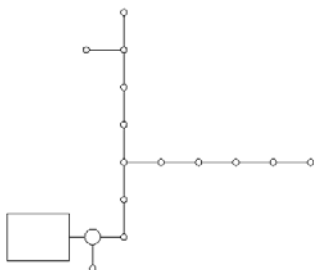


图 2-308　绘制车间的进线

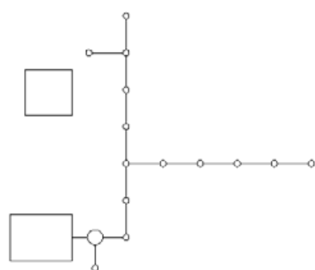


图 2-309　绘制矩形



（19）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 15×15 以其右边中点为移动基准点，以如图 2-310 所示象限点为移动目标点进行移动，效果如图 2-311 所示。

（20）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 15×15 向左边移动距离 5，效果如图 2-312 所示。

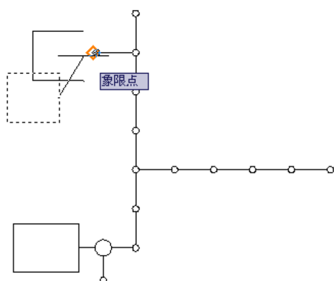


图 2-310　捕捉象限点

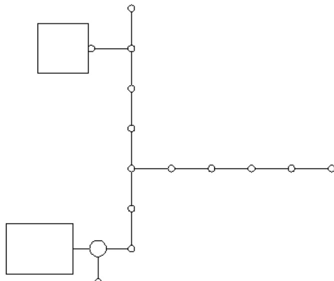


图 2-311　移动矩形

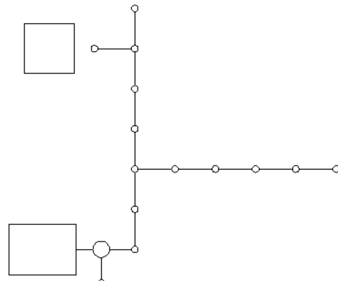


图 2-312　再次移动矩形

（21）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 2-313 所示象限点，终点在矩形 15×15 右边中点的直线，作为本车间的进线，效果如图 2-314 所示。

（22）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 20×10 的矩形，效果如图 2-315 所示。

（23）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 20×10 以其左边中点为移动基准点，以如图 2-316 所示象限点为移动目标点进行移动，效果如图 2-317 所示。

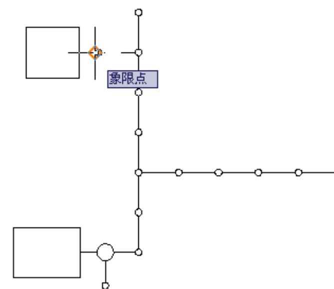


图 2-313　捕捉象限点

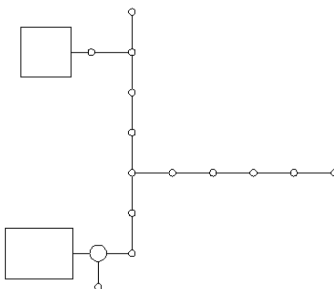


图 2-314　绘制本车间的进线

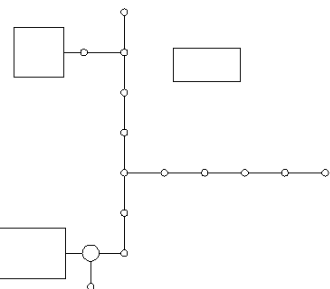


图 2-315　绘制矩形

（24）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 20×10 向右边移动距离 5，效果如图 2-318 所示。

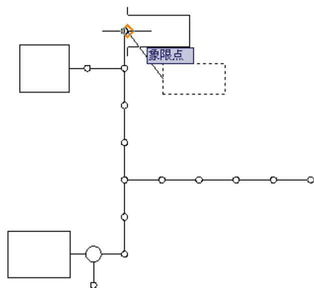


图 2-316　捕捉象限点

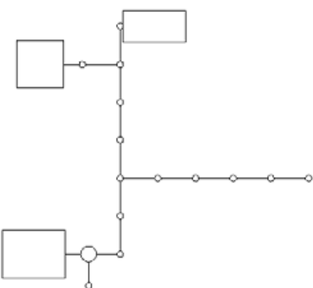


图 2-317　移动矩形

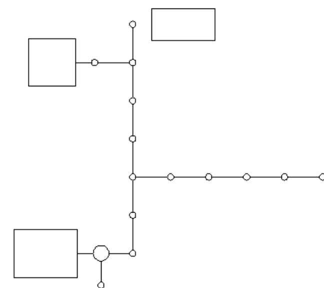


图 2-318　再次移动矩形



（25）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 2-319 所示象限点，终点在矩形 20×10 左边中点的直线，作为本车间的进线，效果如图 2-320 所示。

（26）单击“绘图”面板中的“多段线”命令按钮，按命令行的提示绘制多段线图形。

命令: _pline
指定起点:（捕捉如图 2-321 所示圆心）
当前线宽为 0.0000
指定下一个点或 [圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @15,0
指定下一个点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @0,5
指定下一个点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @−5,0
指定下一个点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @0,8
指定下一个点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @−10,0
指定下一个点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: c（闭合图形）

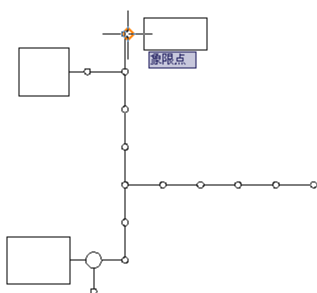


图 2-319　捕捉象限点

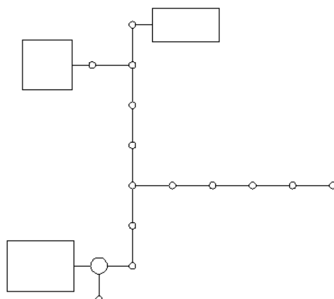


图 2-320　绘制车间进线

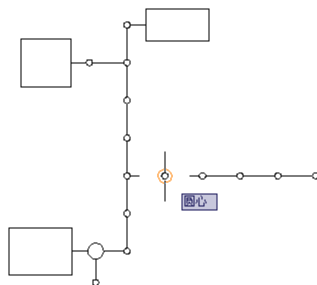


图 2-321　捕捉圆心

效果如图 2-322 所示。

（27）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，以相对坐标点（@−5,5）为移动目标点，移动刚才绘制的图形，效果如图 2-323 所示。

（28）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 2-324 所示象限点，终点在正上方垂足点的直线，作为本车间的进线，效果如图 2-325 所示。

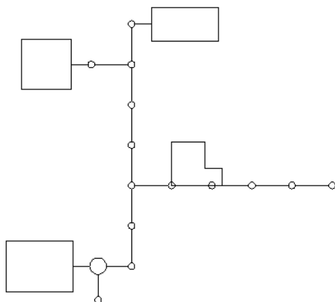


图 2-322　绘制图形

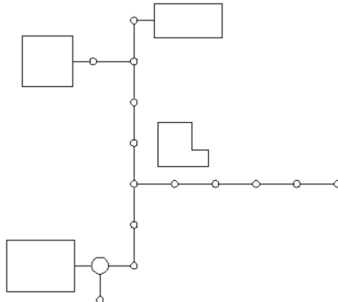


图 2-323　移动图形

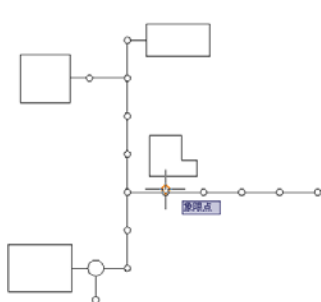


图 2-324　捕捉象限点

（29）单击“绘图”面板中的“多段线”命令按钮，按命令行的提示绘制多段线图形。

命令: _pline
指定起点: （捕捉如图 2-326 所示圆心）

```
当前线宽为 0.0000
指定下一个点或 [圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @15,0
指定下一个点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @0,15
指定下一个点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @−10,0
指定下一个点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @0,−10
指定下一个点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @−5,0
指定下一个点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: c（闭合图形）
```

效果如图 2-327 所示。

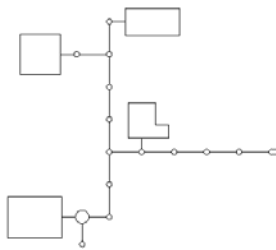


图 2-325　绘制车间的进线

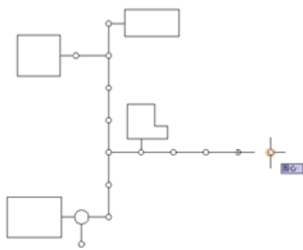


图 2-326　捕捉圆心

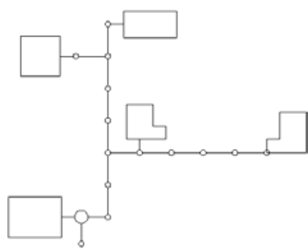


图 2-327　绘制车间

（30）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，以相对坐标点（@5,−2.5）为移动目标点，移动刚才绘制的图形，效果如图 2-328 所示。

（31）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 2-329 所示象限点，终点在正右方垂足点的直线，作为本车间的进线，效果如图 2-330 所示。

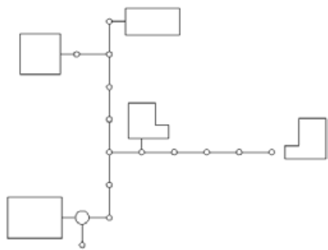


图 2-328　移动图形

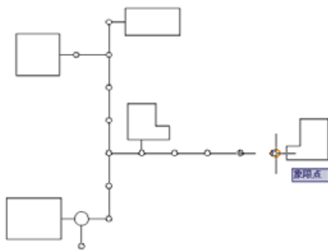


图 2-329　捕捉起点

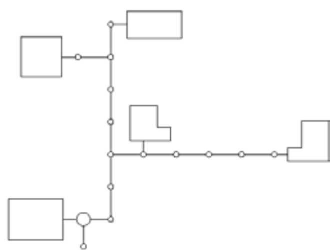


图 2-330　绘制进线

（32）绘制进线。局部放大左下角图形，预备下一步操作，效果如图 3-331 所示。

（33）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以如图 2-332 虚线所示直线的上端点为复制基准点，以象限点为复制目标点，把该直线向下复制一份，效果如图 2-333 所示。

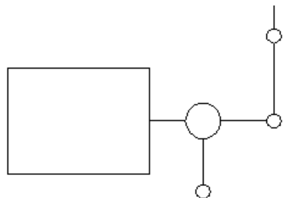


图 2-331　局部放大

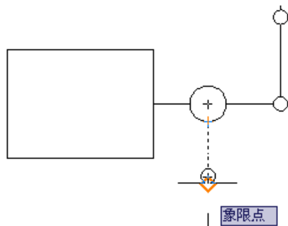


图 2-332　捕捉象限点

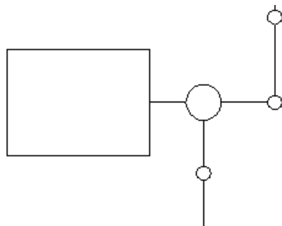


图 2-333　复制图形



2.4.2　标注文字

（1）单击“文字”面板中的“多行文字”命令按钮A，在适当位置标注文字“LJ-3×50”，代表一种铝绞线，用于传送 10kV 高压，效果如图 2-334 所示。

（2）绘制说明箭头。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，在文字“LJ-3×50”下方绘制一条与进线相交的直线，效果如图 2-335 所示。

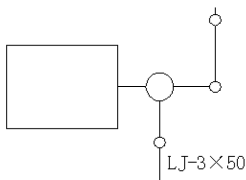


图 2-334　标注文字

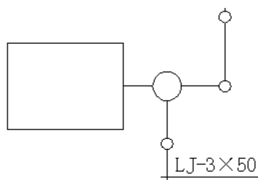


图 2-335　绘制直线

（3）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制一条短斜线。

（4）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把短斜线以其中点为移动基准点，以如图 2-336 所示交点为移动目标点进行移动，形成指示箭头，效果如图 2-337 所示。

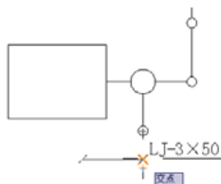


图 2-336　捕捉交点

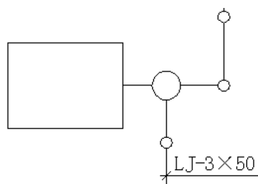


图 2-337　绘制箭头

（5）单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，屏幕出现“图案填充创建”面板，按如图 2-338 所示设置参数，给$\phi5$ 圆打上斜剖面线，作为变压器符号，效果如图 2-339 所示。

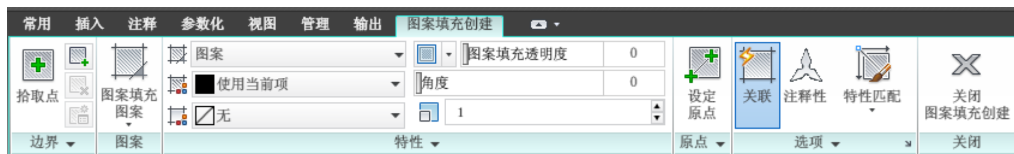


图 2-338　“图案填充创建”面板

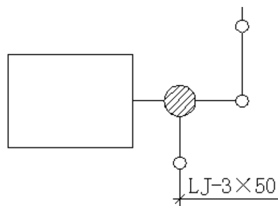


图 2-339　填充圆

1
第 2 章
3
4
5
6
7
8
9
附录

（6）单击“文字”面板中的“多行文字”命令按钮A，在变压器符号右下角标注文字“SC-1000/10”，这是变压器的型号，效果如图 2-340 所示。

（7）单击“文字”面板中的“多行文字”命令按钮A，在方框内标注文字“2000m² Pp=200kV”，代表车间的面积和电力负载的数值，效果如图 2-341 所示。

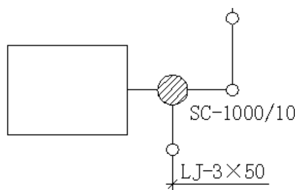


图 2-340　标注变压器型号

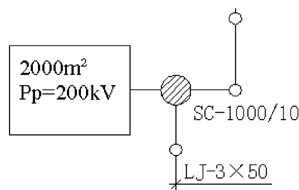


图 2-341　标注车间内文字

（8）单击“文字”面板中的“多行文字”命令按钮A，在方框下方标注文字“BX-3×95+1×50+PE50”，代表车间进线的型号，是一种铜芯橡皮线，效果如图 2-342 所示。

（9）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，在文字中间绘制一条折线，效果如图 2-343 所示。

（10）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制一条短斜线。然后单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把短斜线以其中点为移动基准点，以折线和车间进线的交点为移动目标点进行移动，形成指示箭头，效果如图 2-344 所示。

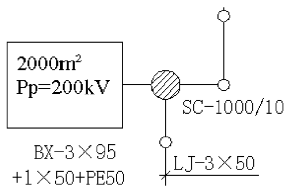


图 2-342　标注车间进线的型号

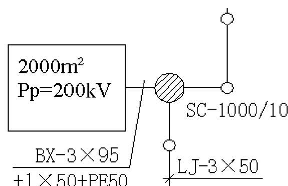


图 2-343　绘制一条折线

（11）单击“文字”面板中的“多行文字”命令按钮A，在方框上方标注车间序号“1”，效果如图 2-345 所示。

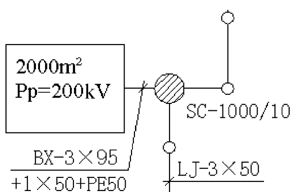


图 2-344　绘制箭头

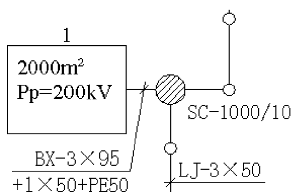


图 2-345　标注车间序号

（12）单击“文字”面板中的“多行文字”命令按钮A，在电力主干线旁边标注文字“BX-3×120+1×70+PE70”，代表主干线的型号，效果如图 2-346 所示。

（13）参考上面绘制说明箭头的操作方法，在主干线文字下方绘制箭头，效果如图 2-347 所示。

（14）单击“平移”命令按钮，显示图形的上部，预备下一步操作，效果如图 2-348



所示。

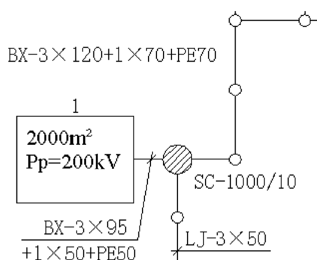


图 2-346　标注主干线型号

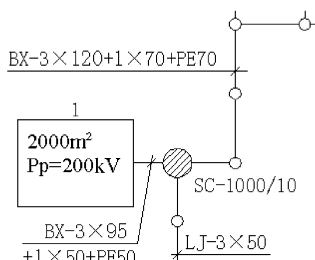


图 2-347　绘制主干线说明箭头

（15）单击“文字”面板中的“多行文字”命令按钮A，在适当位置标注文字“BX-3×35+1×16+PE16”，代表这个车间进线的型号，效果如图 2-349 所示。

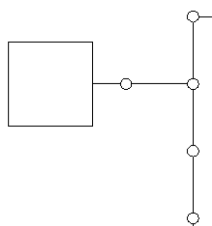


图 2-348　显示图形的上部

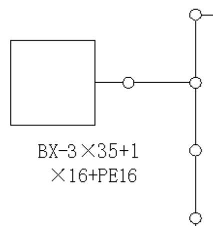


图 2-349　标注本车间进线的型号

（16）参考上面绘制说明箭头的操作方法，在主干线文字下方绘制箭头，如图 2-350 所示。

（17）单击“文字”面板中的“多行文字”命令按钮A，在方框内标注车间的面积和电力负载数值，效果如图 2-351 所示。

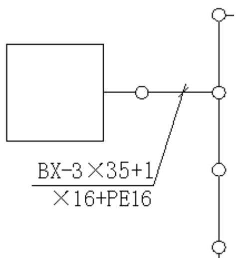


图 2-350　绘制箭头

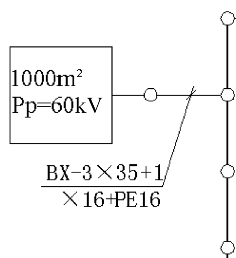


图 2-351　标注车间面积和电力负载

（18）单击“文字”面板中的“多行文字”命令按钮A，在方框上方标注车间序号“2”，效果如图 2-352 所示。

（19）单击“平移”命令按钮，显示图形的右上部，预备下一步操作，效果如图 2-353 所示。

（20）单击“文字”面板中的“多行文字”命令按钮A，在方框内标注车间的面积和电力负载数值，效果如图 2-354 所示。

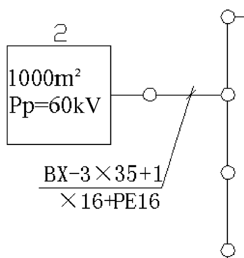
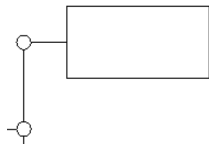


图 2-352　标注车间序号


图 2-353　显示图形的右上部

（21）单击“文字”面板中的“多行文字”命令按钮A，在方框上方标注车间序号“4”，效果如图 2-355 所示。

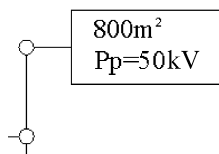


图 2-354　标注车间面积和电力负载

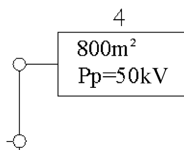
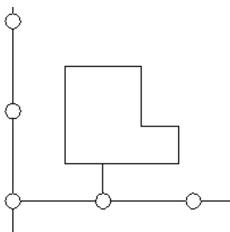


图 2-355　标注车间序号

（22）单击“平移”命令按钮，显示图形中部，预备下一步操作，效果如图 2-356 所示。

（23）单击“文字”面板中的“多行文字”命令按钮A，在方框内标注车间的面积和电力负载数值，效果如图 2-357 所示。


图 2-356　显示图形中部

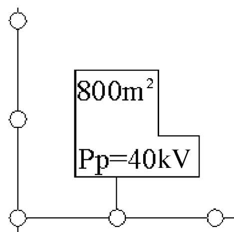


图 2-357　撰写车间面积和电力负载

（24）单击“文字”面板中的“多行文字”命令按钮A，在方框上方标注车间序号“3”，效果如图 2-358 所示。

（25）单击“平移”命令按钮，显示图形右部，预备下一步操作，效果如图 2-359 所示。

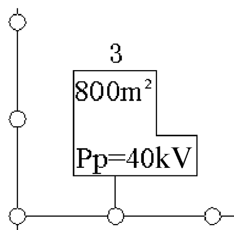
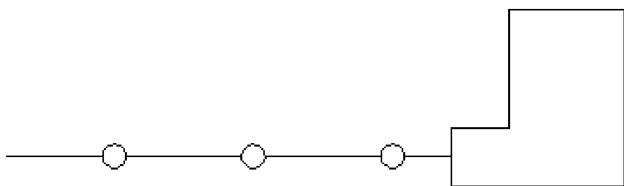


图 2-358　标注车间序号


图 2-359　显示图形右部



（26）单击“文字”面板中的“多行文字”命令按钮A，在横向主干线旁边标注文字“BX−3×95+1×50+PE50”，代表横向主干线的型号，效果如图 2−360 所示。

（27）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，在文字下方绘制一条折线，效果如图 2−361 所示。

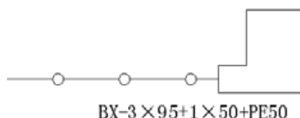


图 2−360　标注横向主干线的型号

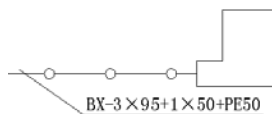


图 2−361　绘制一条折线

（28）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制一条短斜线。然后单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把短斜线以其中点为移动基准点，以折线和横向主干线的交点为移动目标点移动，形成指示箭头，效果如图 2−362 所示。

（29）单击“文字”面板中的“多行文字”命令按钮A，在方框内标注这个车间的面积和电力负载数值，效果如图 2−363 所示。

（30）单击“文字”面板中的“多行文字”命令按钮A，在方框上方标注车间序号“5”，效果如图 2−364 所示。

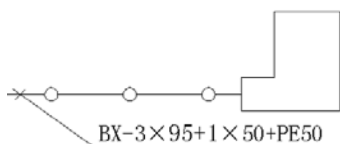


图 2−362　绘制箭头

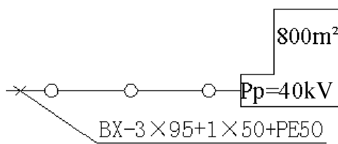


图 2−363　标注车间面积和电力负载

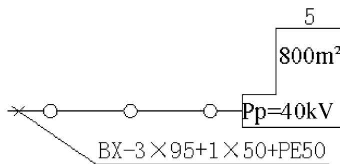


图 2−364　标注车间序号

（31）缩放演示中的窗口，显示全部图形，效果如图 2−365 所示。

（32）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 125×100 的矩形作为图形的边框，效果如图 2−366 所示。

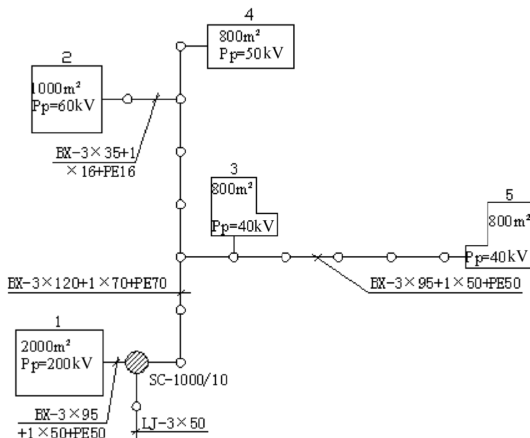


图 2−365　显示全部图形

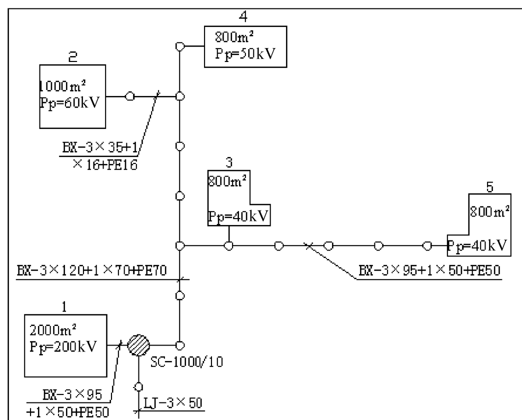


图 2−366　绘制矩形

第 3 章　电气元器件设计

知识导引

本章介绍如何使用 AutoCAD 2011 进行电气元器件的三维设计。许多电气设备，如开关、插座、灯具，具有丰富多样的外形。先形象直观地进行三维设计，再创建出合格的平面图形，是绘制这些电气元器件图样的有效方法。在电气元器件的三维设计工作中，需要经常使用坐标系命令。本章先介绍在 AutoCAD 2011 中如何操作坐标系，然后介绍如何创建基本的几何造型，最后介绍如何编辑加工这些简单几何造型，从而绘制出复杂的电气元器件工业造型。

3.1　用户坐标系

AutoCAD 2011 系统规定用户总是在一定的三维空间中绘图，平面绘图只是在三维空间的某个平面上绘制图形而已。只要启动 AutoCAD 2011，系统就自动配置好一种绘图坐标，用户也可以根据自己的需要改变坐标系。

要使用三维命令，首先要进入三维工作空间。在 AutoCAD 2011 界面的右下角单击“切换工作空间”按钮，选择菜单中的“建模”命令，就进入到三维工作空间中。打开“视图”选项卡，常用的关于坐标系的命令在如图 3-1 所示的“坐标”面板中，用户只要单击其中的按钮即可启动对应的坐标系命令。UCS 即“用户坐标系”的英文的第一个字母组合。下面介绍“坐标”面板中常用的按钮。

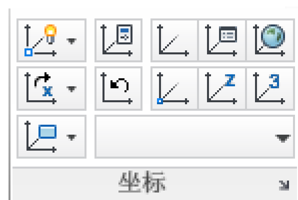


图 3-1　“坐标”面板

3.1.1　上一个 UCS

如图 3-2 所示为“上一个 UCS”按钮，该命令按钮用于恢复到最后一次坐标系改变之前的状态。

【示例】 如果坐标系本来是如图 3-3 所示的世界坐标系，但是用户把它绕 *Z* 轴旋转了 90°，如图 3-4 所示。现在要恢复到世界坐标系，只要单击“上一个 UCS”按钮即可。命令行的提示如下。

```
命令: _ucs
当前 UCS 名称: *没有名称*
指定 UCS 的原点或 [面(F)/命名(NA)/对象(OB)/上一个(P)/视图(V)/世界(W)/X/Y/Z/Z 轴(ZA)] <世界>: _p
```



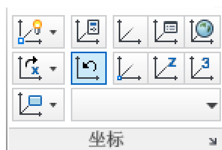


图 3-2　“上一个 UCS”按钮

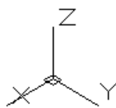


图 3-3　世界坐标系

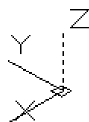


图 3-4　改变了的坐标系

3.1.2　世界 UCS

单击“世界 UCS”命令按钮可以使处于任何状态的坐标系恢复到世界 UCS 状态，如图 3-5 所示为“世界 UCS”命令按钮。

【示例】 单击“世界 UCS”命令按钮，命令行将提示命令的执行内容。

```
命令: _ucs
当前 UCS 名称: *没有名称*
指定 UCS 的原点或 [面(F)/命名(NA)/对象(OB)/上一个(P)/视图(V)/世界(W)/X/Y/Z/Z 轴(ZA)]
<世界>: _w
坐标系立即恢复到世界 UCS。
```

3.1.3　原点 UCS

用于在新的原点建立坐标系，而 *X* 轴、*Y* 轴和 *Z* 轴的指向不变。如图 3-6 所示为“原点 UCS”命令按钮。



图 3-5　“世界 UCS”命令按钮

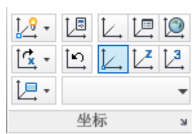


图 3-6　“原点 UCS”命令按钮

【示例】 把坐标系移动到如图 3-7 所示端面的圆心。单击“原点 UCS”命令按钮，按命令行的提示进行操作。

```
命令: _ucs
当前 UCS 名称: *俯视*
指定 UCS 的原点或 [面(F)/命名(NA)/对象(OB)/上一个(P)/视图(V)/世界(W)/X/Y/Z/Z 轴(ZA)]
<世界>: _o
指定新原点 <0,0,0>:（如图 3-8 所示捕捉圆的圆心）
```

效果如图 3-9 所示。

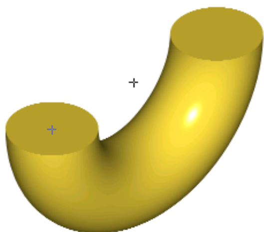


图 3-7　圆

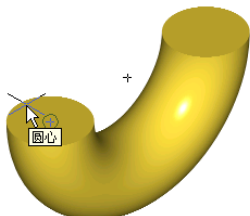


图 3-8　捕捉圆心

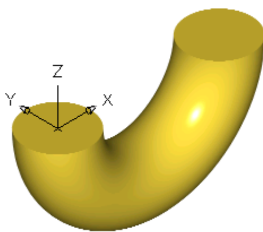


图 3-9　移动坐标系

1
2
第 3 章
4
5
6
7
8
9
附录

3.1.4 *Z*轴矢量 UCS

本命令用于在新的原点和 Z 轴的新指向建立坐标系，而 *X* 轴、*Y* 轴并不绕 *Z* 轴旋转。如图 3-10 所示为“Z 轴矢量 UCS”命令按钮。

【示例】 通过指定 Z 轴的位置确定一个新坐标系。单击“Z 轴矢量 UCS”命令按钮，按命令行的提示进行操作。

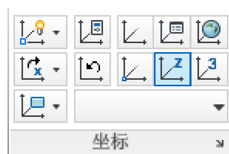


图 3-10 “Z 轴矢量 UCS”命令按钮

```
命令: _ucs
当前 UCS 名称: *没有名称*
指定 UCS 的原点或 [面(F)/命名(NA)/对象(OB)/上一个(P)/视图(V)/世界(W)/X/Y/Z/Z 轴(ZA)]
<世界>: _zaxis
指定新原点或 [对象(O)] <0,0,0>: （捕捉如图 3-11 所示的最近点，光标牵引出如图 3-12 所示
新 Z 轴矢量的跟踪线）
在正 Z 轴范围上指定点 <-33.7731, -101.4609,1.0000>: @10,0,0（按相对坐标确定新 Z 轴的指向）
```

效果如图 3-13 所示。

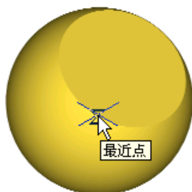
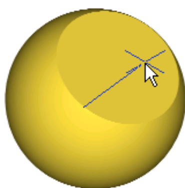


图 3-11 捕捉最近点


图 3-12 新 Z 轴矢量的跟踪线

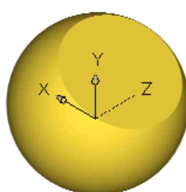


图 3-13 按新 Z 轴矢量设置的坐标系

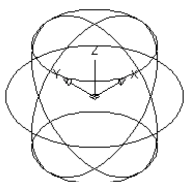
3.1.5 绘制高压瓷绝缘子

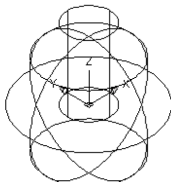
操作步骤如下。

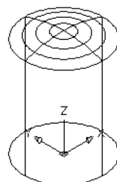
（1）首先绘制高压瓷绝缘子上半边的基本形体。单击“建模”面板中的“球体”命令按钮，以点（0,0,0）为球心，绘制ϕ500 的球，阶段效果如图 3-14 所示。

（2）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以原点为底面圆心绘制尺寸为ϕ180×300 的圆柱体，效果如图 3-15 所示。

（3）单击“实体编辑”面板中的“交集”命令按钮，创建ϕ500 的球和ϕ180×300 的圆柱体的交集实体，效果如图 3-16 所示。


图 3-14 绘制球


图 3-15 绘制圆柱体


图 3-16 交集操作



（4）单击“实体编辑”面板中的“剖切”命令按钮，使用平行于 *XY* 平面，通过如图 3-17 所示圆心的平面对半剖切实体，保留上一半，效果如图 3-18 所示。

（5）单击 UCS 面板中的“原点 UCS”命令按钮，把坐标系移动到球缺的底面中心，如图 3-19 所示。

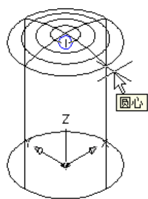


图 3-17　捕捉圆心

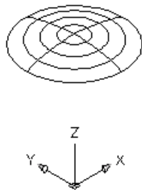


图 3-18　剖切实体

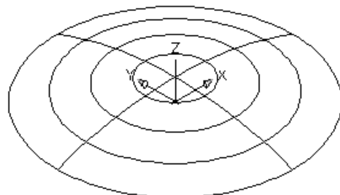


图 3-19　移动坐标系

（6）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以点（0，0，-30）为底面圆心绘制尺寸为ϕ100×60 的圆柱体，效果如图 3-20 所示。

（7）单击“建模”面板中的“圆环体”命令按钮，绘制中心在原点的尺寸为ϕ140×ϕ10 的圆环体，效果如图 3-21 所示。

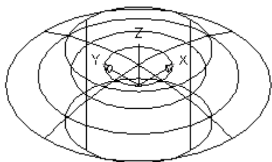


图 3-20　绘制圆柱体

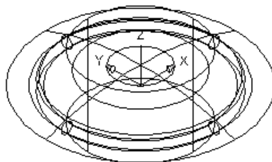


图 3-21　绘制圆环体

（8）单击“实体编辑”面板中的“并集”命令按钮，合并所有实体，效果如图 3-22 所示。

（9）修整局部特征。单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 3-23 光标所示边倒圆角，圆角半径为 12，效果如图 3-24 所示。

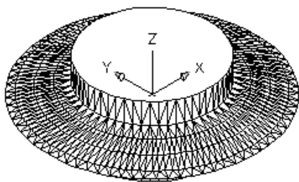


图 3-22　合并所有实体

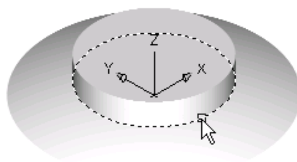


图 3-23　指示边

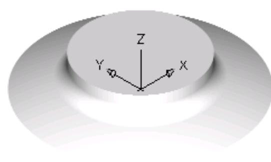


图 3-24　倒圆角

（10）为了在背面操作，在“菜单浏览器”中选择“视图”→“动态观察”→“受约束的动态观察”菜单命令，适当旋转造型，翻转出背面，效果如图 3-25 所示。

（11）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把并集操作产生的边倒圆角，圆角半径为 5，效果如图 3-26 所示。

（12）从“菜单浏览器”中选择“视图”→“三维视图”→“西南等轴测视图”菜单命

令，恢复视图。

（13）单击 UCS 面板中的“原点 UCS”命令按钮，把坐标系移动到如图 3-27 所示底面中心。

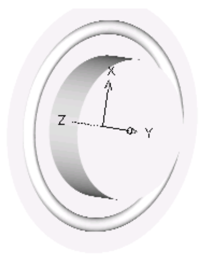


图 3-25　翻转造型

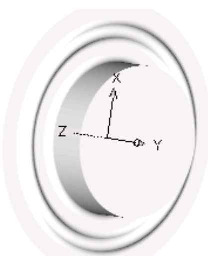


图 3-26　边倒圆角

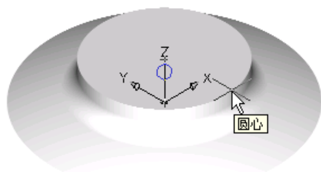


图 3-27　捕捉圆心

（14）绘制高压瓷绝缘子中间的凸节。单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以原点为底面圆心绘制尺寸为ϕ120×20 的圆柱体，效果如图 3-28 所示。

（15）绘制高压瓷绝缘子的下半边，并修整局部细节。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以下边实体的底面圆心为复制基准点，ϕ120×20 的圆柱体上底面圆心为复制目标点，把下边实体向上复制一份，效果如图 3-29 所示。

（16）为了便于操作，可以从“菜单浏览器”中选择“视图”→“动态观察”→“受约束的动态观察”菜单命令，适当旋转造型，效果如图 3-30 所示。

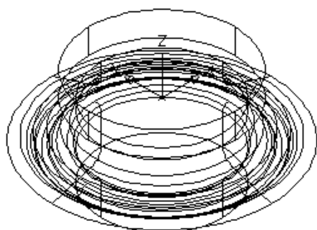


图 3-28　绘制圆柱体

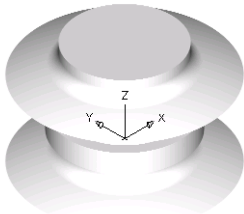
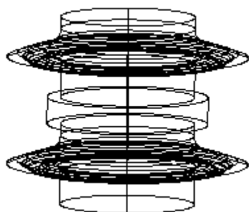
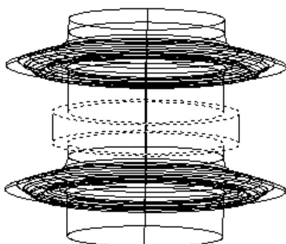
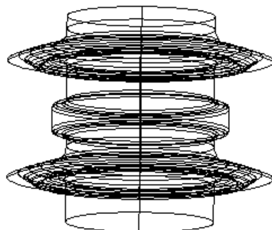


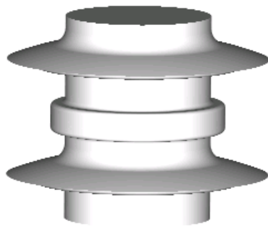
图 3-29　复制实体


图 3-30　旋转造型

（17）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 3-31 虚线所示边倒圆角，圆角半径为 3，效果如图 3-32 所示，渲染效果如图 3-33 所示。


图 3-31　捕捉边


图 3-32　倒圆角


图 3-33　渲染效果

（18）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以实体底面中心为底面圆心绘制尺寸为ϕ11×150 的圆柱体，效果如图 3-34 所示。



（19）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，使用实体剪切ϕ11×150 的圆柱体，形成安装孔，效果如图 3-35 所示。

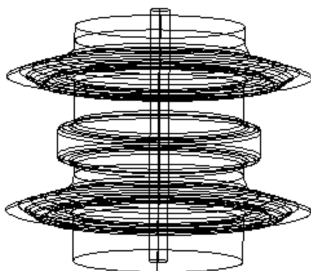


图 3-34　绘制圆柱体

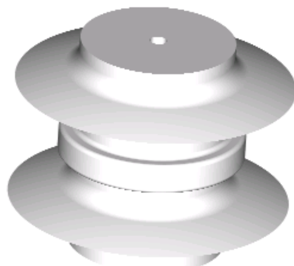


图 3-35　剪切圆柱体

（20）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把其他锐边倒圆角，圆角半径为 3，效果如图 3-36 所示。

（21）从“菜单浏览器”中选择“视图”→“三维视图”→“西南等轴测视图”菜单命令，恢复视图，渲染效果如图 3-37 所示。

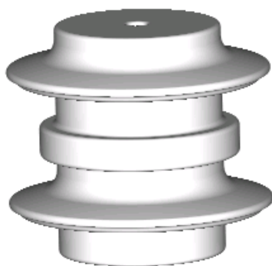


图 3-36　锐边倒圆角



图 3-37　西南等轴测视图

3.1.6　3 点 UCS

用于按照给定的原点、*X* 轴、*Y* 轴通过的点建立坐标系。如图 3-38 所示为“3 点 UCS”命令按钮。



图 3-38　“3 点 UCS”命令按钮

【示例】 指定一个原点和 *X* 轴、*Y* 轴的方向，确定一个新坐标系。单击“3 点 UCS”命令按钮，按命令行的提示进行操作。

命令: _ucs
当前 UCS 名称: *没有名称*
指定 UCS 的原点或 [面(F)/命名(NA)/对象(OB)/上一个(P)/视图(V)/世界(W)/X/Y/Z/Z 轴(ZA)]<世界>: _3
指定新原点 <0,0,0>:（捕捉如图 3-39 所示的最近点）
在正 *X* 轴范围上指定点 <1.0000, -106.9343,0.0000>: @0,10,0（按相对坐标确定 *X* 轴通过的点）
在 UCS *XY* 平面的正 *Y* 轴范围上指定点 <-1.0000, -106.9343,0.0000>: @-10,0,0（按相对坐标确定 *Y* 轴通过的点）



效果如图 3-40 所示。

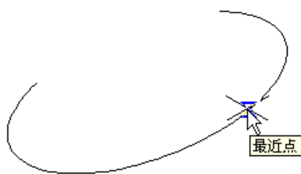


图 3-39　捕捉象限点

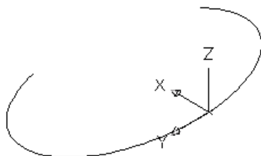


图 3-40　3 点确定 UCS

3.1.7　绕 *X* 轴旋转用户坐标系

用于将原 UCS 绕 *X* 轴旋转指定的角度，得到新的 UCS。如图 3-41 所示为“绕 X 轴旋转用户坐标系”命令按钮。

【示例】 把坐标系绕 *X* 轴旋转 90°。单击“绕 X 轴旋转 UCS”命令按钮，按命令行的提示进行操作。

```
命令: _ucs
当前 UCS 名称: *世界*
指定 UCS 的原点或 [面(F)/命名(NA)/对象(OB)/上一个(P)/视图(V)/世界(W)/X/Y/Z/Z 轴(ZA)]
<世界>: _X
指定绕 X 轴的旋转角度 <90>:（按〈Enter〉键）
```

阶段效果如图 3-42 所示。

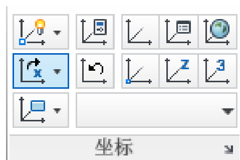


图 3-41　“绕 X 轴旋转 UCS”命令按钮

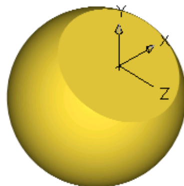


图 3-42　*X* 轴旋转 90°

3.1.8　绕 *Y* 轴旋转用户坐标系

本命令用于将原 UCS 绕 *Y* 轴旋转指定的角度，得到新的 UCS。如图 3-43 所示“绕 Y 轴旋转当前用户坐标系”命令按钮。

【示例】 把坐标系绕 *Y* 轴旋转 90°。单击“绕 Y 轴旋转当前 UCS”命令按钮，按命令行的提示进行操作。

```
命令: _ucs
当前 UCS 名称: *世界*
指定 UCS 的原点或 [面(F)/命名(NA)/对象(OB)/上一个(P)/视图(V)/世界(W)/X/Y/Z/Z 轴(ZA)]
<世界>: _Y
指定绕 Y 轴的旋转角度 <90>:（按〈Enter〉键）
```



效果如图 3-44 所示。

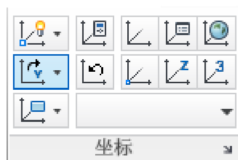


图 3-43　“Y 轴旋转 UCS”命令按钮

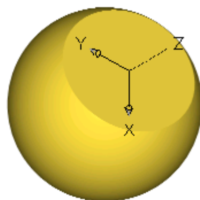


图 3-44　*Y* 轴旋转 90°

3.1.9　绕 *Z* 轴旋转用户坐标系

用于将原 UCS 绕 Z 轴旋转指定的角度，得到新的 UCS。如图 3-45 所示“绕 Z 轴旋转当前用户坐标系”命令按钮。

【示例】 把坐标系绕 Z 轴旋转 90° 。单击“绕 Z 轴旋转当前 UCS”命令按钮，按命令行的提示进行操作。

```
命令: _ucs
当前 UCS 名称: *没有名称*
指定 UCS 的原点或 [面(F)/命名(NA)/对象(OB)/上一个(P)/视图(V)/世界(W)/X/Y/Z/Z 轴(ZA)]
<世界>: _z
指定绕 Z 轴的旋转角度 <90>: （按〈Enter〉键）
```

效果如图 3-46 所示。

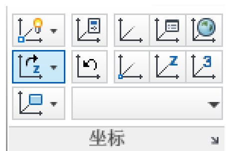


图 3-45　“Z 轴旋转 UCS”命令按钮

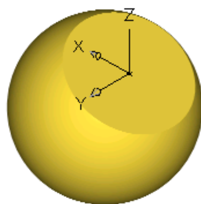


图 3-46　*Z* 轴旋转 90°

3.2　三维建模

三维模型在设计工作中具有重要作用，它可以生成工程图样。所有的三维模型都是由基本的三维实体通过并集、差集、交集以及其他平面编辑方法创建出来的。如图 3-47 所示为“默认”选项卡中的“建模”面板，集中了绘制基本三维实体的命令，下面通过示例来学习各个命令的使用方法。

3.2.1　长方体

如图 3-48 所示，单击“建模”面板中的“长方体”命令按钮，绘制尺寸为 150×

50×300 的长方体，按命令行的提示进行操作。

```
命令: _box
指定第一个角点或 [中心(C)]: 0,0,0（单击，确定长方体的起始角点）
指定角点或 [立方体(C)/长度(L)]: l（执行输入长方体长度选项）
指定长度: 150（输入长度值 150）
指定宽度: 50（输入宽度值 50）
指定高度或 [两点(2P)]: 300（输入高度值 300）
```

效果如图 3-49 所示。

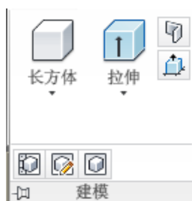


图 3-47 “建模”面板



图 3-48 “长方体”命令按钮

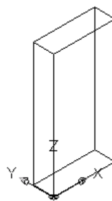


图 3-49 绘制长方体 150×50×300

▷▷▷ 3.2.2 球体

【示例】 如图 3-50 所示，单击“建模”面板中的“球体”命令按钮，以原点为球心，绘制ϕ1000 的球。按命令行的提示进行操作。

```
命令: _sphere
指定中心点或 [三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)]: 0,0,0
指定球体半径或 [直径(D)]: 500
```

效果如图 3-51 所示。

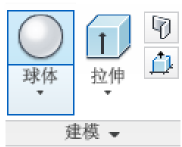


图 3-50 “球体”命令按钮

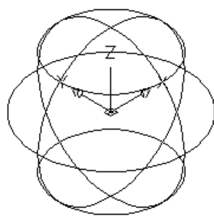


图 3-51 绘制球体

▷▷▷ 3.2.3 圆柱体

单击如图 3-52 所示的“圆柱体”命令按钮，绘制尺寸为ϕ600×500 的圆柱体，按命令行的提示进行操作。

```
命令: _cylinder
指定底面的中心点或 [三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)/椭圆(E)]:<0,0,0>（直接按
〈Enter〉键，确定以坐标原点为圆柱体φ600×500 的底面中心）
```



```
指定底面半径或 [直径(D)]: d
指定直径: 600（输入直径值 600）
指定高度或 [两点(2P)/轴端点(A)]:500（输入高度值 500）
```

效果如图 3-53 所示。

也可以绘制椭圆柱体，按命令行的提示绘制尺寸为 100×40×100 的椭圆柱体。

```
命令: _cylinder
指定底面的中心点或 [三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)/椭圆(E)]: e（执行绘制椭圆锥体选项）
指定第一个轴的端点或 [中心(C)]: c（执行中心点选项）
指定中心点: 0,0,0（按〈Enter〉键）
指定到第一个轴的距离 <15.0000>: @50,0
指定第二个轴的端点: 20
指定高度或 [两点(2P)/轴端点(A)] <20.0000>:100
```

效果如图 3-54 所示。

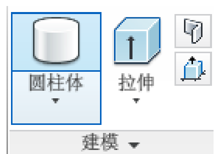


图 3-52 “圆柱体”命令按钮

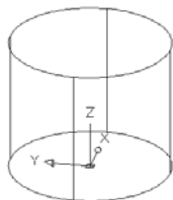


图 3-53 绘制圆柱体

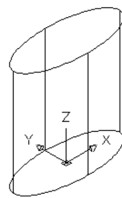


图 3-54 绘制椭圆柱体

▷▷▷ 3.2.4 圆锥体

【示例】 如图 3-55 所示，单击“建模”面板中的“圆锥体”命令按钮，绘制尺寸为 ϕ40×20 的圆锥体，按命令行的提示进行操作。

```
命令: _cone
指定底面的中心点或 [三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)/椭圆(E)]: 0,0（输入原点）
指定底面半径或 [直径(D)] <15.0000>: d（执行确定圆锥底面直径的选项）
指定直径 <30.0000>: 40（输入直径值 40）
指定高度或 [两点(2P)/轴端点(A)/顶面半径(T)] <53.8185>: 20（输入圆锥高度值 20）
```

阶段效果如图 3-56 所示。

也可以绘制椭圆锥体，按命令行的提示绘制尺寸为 100×40×100 的椭圆锥体。

```
命令: _cone
指定底面的中心点或 [三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)/椭圆(E)]: e（执行绘制椭圆锥体选项）
指定第一个轴的端点或 [中心(C)]: c（执行中心点选项）
指定中心点: 0,0,0（按〈Enter〉键）
指定到第一个轴的距离 <20.0000>: 100,0
指定第二个轴的端点: 20
指定高度或 [两点(2P)/轴端点(A)/顶面半径(T)] <20.0000>: 100
```

效果如图 3-57 所示。

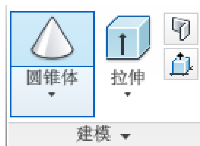


图 3-55 “圆锥体”命令按钮

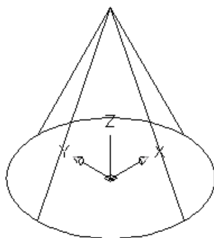


图 3-56 绘制圆锥体

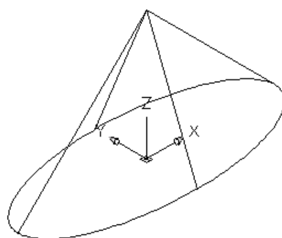


图 3-57 绘制椭圆锥体

▷▷▷ 3.2.5 圆环体

【示例】 如图 3-58 所示，单击“建模”面板中的“圆环体”命令按钮，绘制尺寸为 ϕ170×ϕ30 的圆环体，按命令行的提示进行操作。

命令: _torus
指定中心点或 [三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)]: 0,0,0（按〈Enter〉键）
指定半径或 [直径(D)] <20.0000>: d（执行确定圆环体直径选项）
指定圆环体的直径 <40.0000>: 170（输入圆环体直径值 170）
指定圆管半径或 [两点(2P)/直径(D)]: d（执行确定圆管直径选项）
指定圆管直径 <0.0000>: 30 （输入圆管直径值 30）

效果如图 3-59 所示。

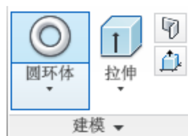


图 3-58 “圆环体”命令按钮

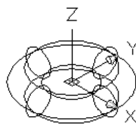


图 3-59 绘制圆环

▷▷▷ 3.2.6 拉伸

【示例】 如图 3-60 所示，单击“建模”面板中的“拉伸”命令按钮，拉伸云线。拉伸高度为 30，拉伸角度为 10°，按命令行的提示进行操作。

命令: _extrude
当前线框密度: ISOLINES=4
选择要拉伸的对象: 找到 1 个（选择如图 3-61 所示云线）
选择要拉伸的对象: （按〈Enter〉键结束选择）
指定拉伸的高度或 [方向(D)/路径(P)/倾斜角(T)] <-30.0000>: t
指定拉伸的倾斜角度 <0>: 10（输入拉伸的倾斜角度 10°）
指定拉伸的高度或 [方向(D)/路径(P)/倾斜角(T)] <-30.0000>: 30（执行系统默认的“指定拉伸高度”选项，输入高度值 30）



阶段效果如图 3-62 所示。



图 3-60　“拉伸”命令按钮

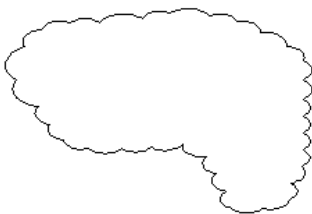


图 3-61　云线

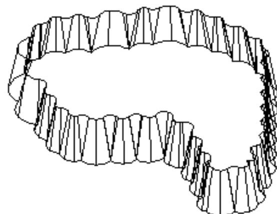


图 3-62　拉伸云线

3.2.7　旋转

【示例】 如图 3-63 所示，单击“建模”面板中的“旋转”命令按钮，以 *Y* 轴为旋转轴旋转五边形，创建三维实体。按命令行的提示进行操作。

命令: _revolve
当前线框密度:　ISOLINES=4
选择要旋转的对象: 找到 1 个（选择如图 3-64 所示五边形）
选择要旋转的对象: （按〈Enter〉键）
指定轴起点或根据以下选项之一定义轴 [对象(O)/X/Y/Z] <对象>: y（以 *Y* 轴为旋转轴）
指定旋转角度或 [起点角度(ST)] <360>: 250（输入旋转角度值）



图 3-63　“旋转”命令按钮

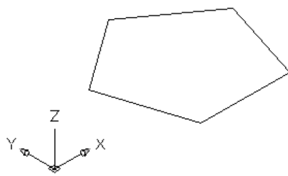


图 3-64　五边形

效果如图 3-65 所示，消隐效果如图 3-66 所示。

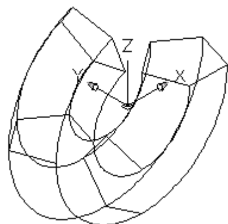


图 3-65　旋转五边形

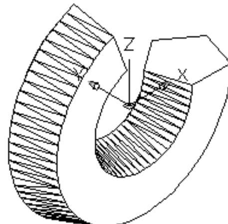


图 3-66　消隐效果

使用“旋转”命令可以创建一些 AutoCAD 2011 没有直接提供的造型。下面这个例子创建的方环就是建模面板中未提供的造型。绘制步骤如下。

（1）单击“多边形”绘制命令，按命令行的提示操作。

命令: _polygon
输入边的数目 <6>:4 （系统提示输入多边形的边数，输入边数“4”按〈Enter〉键确认）
指定正多边形的中心点或 [边(E)]: 0,0（系统提示输入多边形的中心，输入原点）
输入选项 [内接于圆(I)/外切于圆(C)] <C>:（系统提示将输入三角形的内接圆半径还是外切圆半径。按〈Enter〉键默认将输入三角形的内接圆半径）
指定圆的半径:50（系统提示输入三角形内接圆半径。输入半径 50）

效果如图 3-67 所示。

（2）单击“移动”按钮，按命令行的提示操作。

命令: _move（输入移动命令）
选择对象:（系统提示选择被移动的实体，使用选择框选择正方形）
选择对象:（系统继续提示选择被移动的实体，按〈Enter〉键结束选择）
指定基点或 [位移(D)] <位移>:（系统提示输入移动操作的基准点，在图形编辑窗口内单击一点作为基准点）
指定第二个点或 <使用第一个点作为位移>: @400,0（系统提示输入移动操作的目标点，输入相对点@400,0）

（3）旋转成型，单击“旋转”按钮，按命令行的提示操作。

命令: _revolve（输入旋转命令）
当前线框密度: ISOLINES=10（系统提示当前线框密度，系统参数 ISOLINES 为 10）
选择要旋转的对象: 找到 1 个（系统提示选择被旋转的实体，使用光标捕捉方框选取正方形）
选择要旋转的对象: （系统继续提示选择被旋转的实体，按〈Enter〉键结束选择）
指定轴起点或根据以下选项之一定义轴 [对象(O)/X/Y/Z] <对象>: y（系统提示输入旋转轴，这里按 *Y* 轴旋转，键入“y”）
指定旋转角度或 [起点角度(ST)] <360>:（系统提示输入旋转的角度，按〈Enter〉键，默认为 360°）

效果如图 3-68 所示。

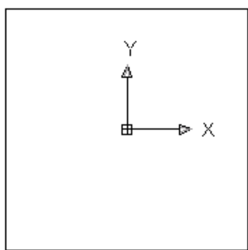


图 3-67 绘制正方形

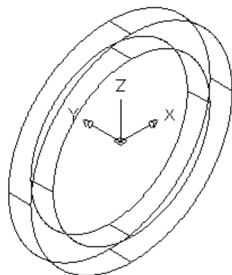


图 3-68 方环成型

3.2.8 绘制低压绝缘子

操作步骤如下。

（1）首先绘制低压绝缘子的基本形体。单击“绘图”面板中的“多段线”命令按钮，按命令行的提示绘制多段线。



```
命令: _pline
指定起点: 60,0
当前线宽为 0.0000
指定下一个点或 [圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: 0,0
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: 0,100
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: 48,100
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: 60,0
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:
```

阶段效果如图 3-69 所示。

（2）单击“建模”面板中的“旋转”命令按钮，以 *Y* 轴为旋转轴旋塑多段线，创建三维实体，阶段效果如图 3-70 所示。

（3）在“菜单浏览器”中选择“视图”→“三维视图”→“西南等轴测视图”命令，把视图转到如图 3-71 所示的方向。

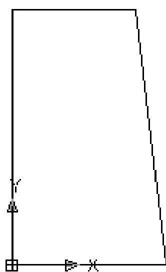


图 3-69　绘制多段线

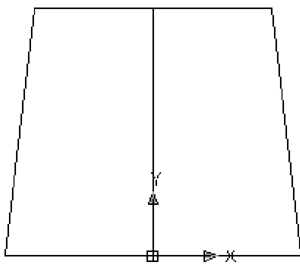


图 3-70　旋转多段线

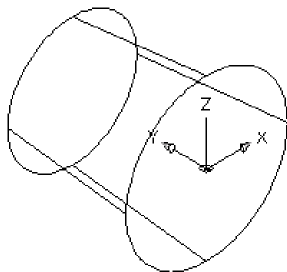


图 3-71　西南等轴测视图

（4）单击“实体编辑”面板中的“抽壳”命令按钮，把实体创建成壁厚为 10 的壳体，注意如图 3-72 光标所示的表面不抽壳，效果如图 3-73 所示。

（5）在“视图”选项卡中单击 UCS 面板中的“绕 X 轴旋转当前 UCS”命令按钮，把坐标系绕 *X* 轴旋转 90°，效果如图 3-74 所示。

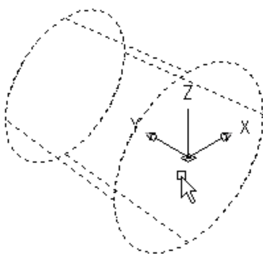


图 3-72　选择表面

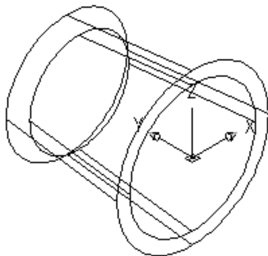


图 3-73　抽壳

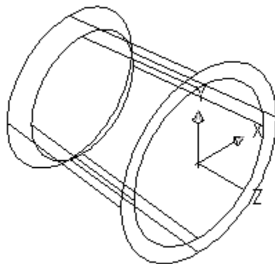


图 3-74　旋转坐标系

（6）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以原点为底面圆心绘制尺寸为ϕ80×(−100)的圆柱体，效果如图 3-75 所示。

（7）单击“实体编辑”面板中的“并集”命令按钮，合并所有实体，效果如图 3-76 所示。



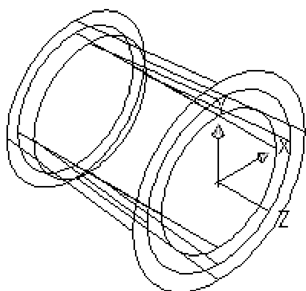


图 3-75　绘制圆柱体

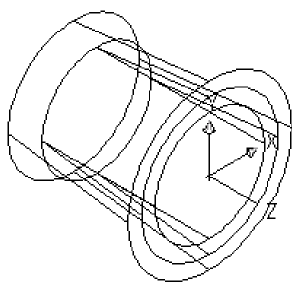


图 3-76　合并实体

（8）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 3-77 虚线所示边倒圆角，圆角半径为 3，阶段效果如图 3-78 所示。

（9）单击“实体编辑”面板中的“拉伸面”命令按钮，拉伸如图 3-79 光标所示端面。拉伸长度为-10，拉伸角度为 40°，阶段效果如图 3-80 所示。

（10）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 3-81 虚线所示边倒圆角，圆角半径为 2，阶段效果如图 3-82 所示。

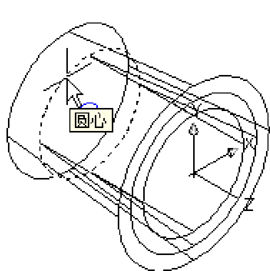


图 3-77　指示边

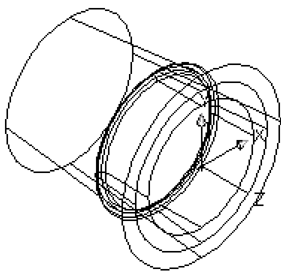


图 3-78　圆角操作

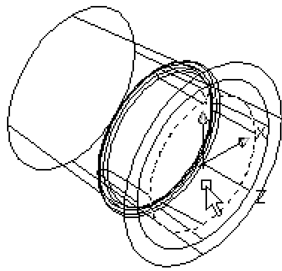


图 3-79　指示端面

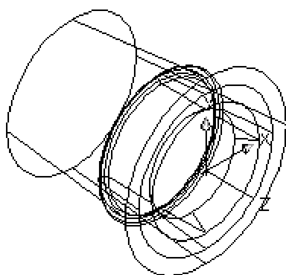


图 3-80　拉伸端面

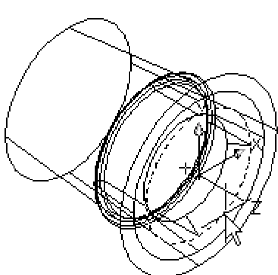


图 3-81　选择边

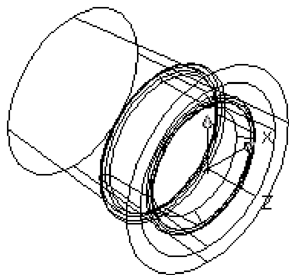


图 3-82　倒圆角

（11）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以原点为底面圆心绘制尺寸为ϕ50×(−45)的圆柱体，效果如图 3-83 所示。

（12）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，使用毛坯剪切ϕ50×(−45)的圆柱体，效果如图 3-84 所示。

（13）绘制低压绝缘子上的凹槽，此凹槽用于安装电线。单击“建模”面板中的“圆环



体”命令按钮，以点（0，0，-80）为圆心绘制尺寸为ϕ103×ϕ6 的圆环体。效果如图 3-85 所示。

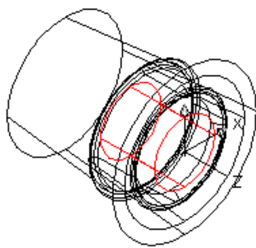


图 3-83　绘制圆柱体

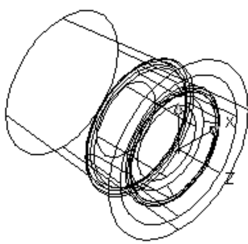


图 3-84　剪切圆柱体

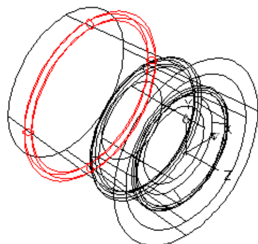


图 3-85　绘制圆环体

（14）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，使用毛坯剪切ϕ103×ϕ6 的圆环体，效果如图 3-86 所示。

（15）最后绘制低压绝缘子顶端的工艺凹槽，它可减轻高温烧制过程中的温度应力危害。单击“绕 Y 轴旋转当前 UCS”命令按钮，把坐标系绕 *Y* 轴旋转 90°，效果如图 3-87 所示。

（16）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以实体后端面中心为底面圆心绘制尺寸为ϕ6×50 的圆柱体，效果如图 3-88 所示。

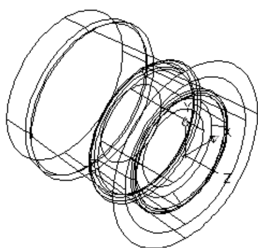


图 3-86　剪切圆环体

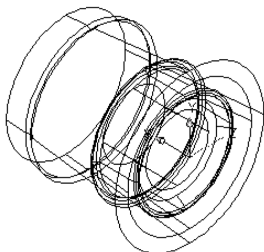


图 3-87　绕 *Y* 轴坐标系

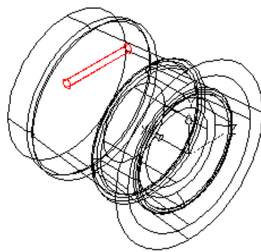


图 3-88　绘制圆柱体

（17）单击“上一个 UCS”命令按钮，恢复以前的坐标系，效果如图 3-89 所示。

（18）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，以原点为阵列中心，把圆柱体ϕ6×50 环形阵列 4 个，效果如图 3-90 所示。

（19）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，使用毛坯剪切 4 个圆柱体ϕ6×50，效果如图 3-91 所示，渲染效果如图 3-92 所示。

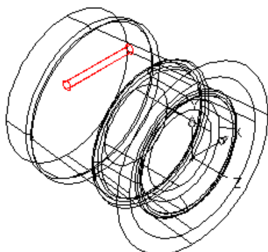


图 3-89　绘制圆柱体

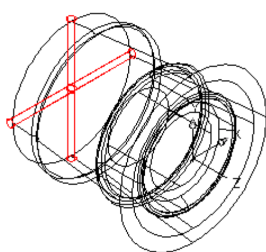


图 3-90　阵列圆柱体

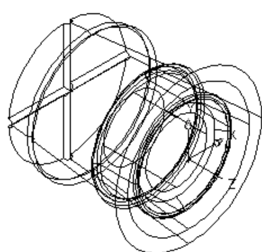


图 3-91　剪切圆柱体

1
2
第 3 章
4
5
6
7
8
9
附录

（20）单击“绕 Y 轴旋转当前 UCS”命令按钮，把坐标系绕 *Y* 轴旋转 90°，效果如图 3-93 所示。

（21）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，以原点为旋转中心，把绝缘子旋转 90°，效果如图 3-94 所示。

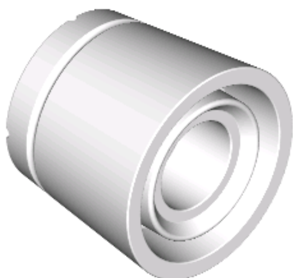


图 3-92　渲染效果

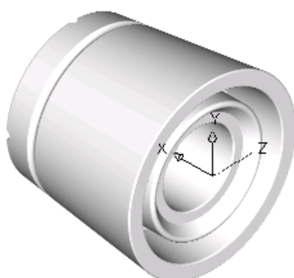


图 3-93　旋转坐标系

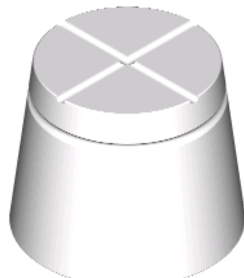


图 3-94　旋转实体

3.3　三维实体编辑命令

编辑三维实体的命令几乎都集中在如图 3-95 所示的“实体编辑”面板中。这里介绍其中几个常用的命令，然后补充介绍电气设计中使用的一些三维实体编辑命令。

下面通过具体示例操作来介绍各个命令按钮的用法。

3.3.1　并集

用于合并多个独立的实体，如果所得到的实体的点、线、面符合欧拉公式，就能合并成功。“并集”命令按钮在实体编辑面板的位置如图 3-96 所示。

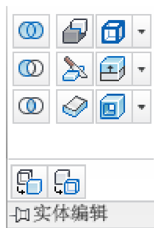


图 3-95　“实体编辑”面板



图 3-96　“并集”命令按钮

【示例】 单击“并集”命令按钮，合并如图 3-97 所示两个圆锥体。按命令行的提示进行操作。

命令: _union
选择对象: 指定对角点: 找到 2 个（使用捕捉窗口捕捉目标实体）
选择对象:（按〈Enter〉键）

效果如图 3-98 所示（注意产生了相贯线）。



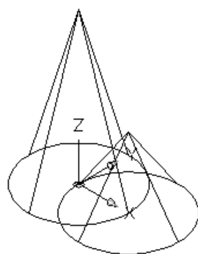
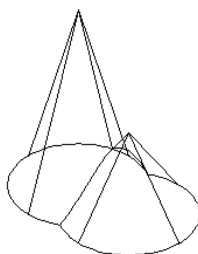


图 3-97　两个圆锥体


图 3-98　合并圆锥体

3.3.2　差集

"差集"命令按钮用于在一个实体上切除一部分，它在"实体编辑"面板的位置如图 3-99 所示。

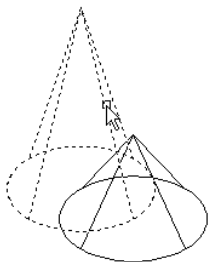
单击"差集"命令按钮，用后边的圆锥体剪切前边的圆锥体，按命令行的提示进行操作。

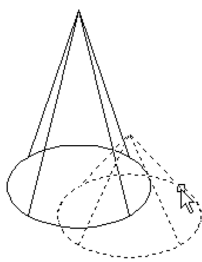


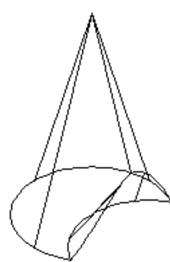
图 3-99　"差集"命令按钮

```
命令: _subtract
选择要从中减去的实体或面域...
选择对象: 找到 1 个（选择如图 3-100 所示后边的圆锥体）
选择对象:（按〈Enter〉键）
选择要减去的实体或面域…
选择对象: 指定对角点：找到 1 个（选择如图 3-101 所示前边的圆锥体）
选择对象: （按〈Enter〉键）
```

效果如图 3-102 所示。


图 3-100　选择被剪切体


图 3-101　选择剪切体


图 3-102　差集操作

3.3.3　交集

"交集"命令按钮用于创建多个实体之间相交的部分，它在"实体编辑"面板的位置如图 3-103 所示。

【示例】 单击"交集"命令按钮，创建如图 3-104 所示两个球体的交集实体，按命令行的提示进行操作。

```
命令: _intersect
```



```
选择对象: 找到 1 个（选择后边的球体）
选择对象: 找到 1 个，总计 2 个（选择前边的球体）
选择对象:（按〈Enter〉键）
```

如图 3-105 所示。



图 3-103 “交集”命令按钮

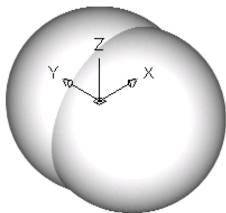


图 3-104 两个球体

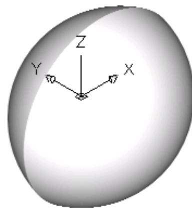


图 3-105 交集实体

3.3.4 拉伸面

“拉伸面”命令用于拉伸实体上一个表面，使其伸长一块。如图 3-106 所示是“拉伸面”命令在“实体编辑”面板中的位置。

【示例】 反向拉伸如图 3-107 所示长方体的上底面，单击“拉伸面”命令按钮，按命令行的提示进行操作。

```
命令: _solidedit
实体编辑自动检查:  SOLIDCHECK=1
输入实体编辑选项 [面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>: _face
输入面编辑选项
[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/颜色(L)/材质(A)/放弃(U)/退出(X)]
<退出>: _extrude
选择面或 [放弃(U)/删除(R)]:找到一个面（选择长方体的上底面）
选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]:（按〈Enter〉键）
指定拉伸高度或 [路径(P)]: -30（输入拉伸高度-30）
指定拉伸的倾斜角度 <0>: 30（输入拉伸倾斜角度为 30°）
已开始实体校验。
已完成实体校验。
```

操作结果如图 3-108 所示。



图 3-106 “拉伸面”命令按钮

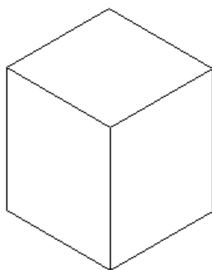


图 3-107 长方体

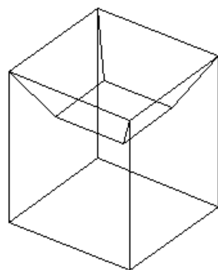


图 3-108 面拉伸



3.3.5　旋转面

用于根据指定的旋转轴、旋转角度旋转实体的一个表面，它的位置如图 3-109 所示。

【示例】 单击“旋转面”命令按钮，旋转球缺的一个表面。按命令行提示进行操作。

```
命令: _solidedit
实体编辑自动检查:   SOLIDCHECK=1
输入实体编辑选项 [面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>: _face
输入面编辑选项 [拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/颜色(L)/ 材质(A)/放弃(U)/退出(X)] <退出>: _rotate
选择面或 [放弃(U)/删除(R)]: 找到一个面（选择球缺的左边表面）
选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]:（按〈Enter〉键）
指定轴点或 [经过对象的轴(A)/视图(V)/X 轴(X)/Y 轴(Y)/Z 轴(Z)] <两点>:y（确定旋转轴的方向）
指定旋转原点 <0,0,0>: _cen 于（捕捉球体的球心）
指定旋转角度或 [参照(R)]: 20（输入角度 20°）
已开始实体校验。
已完成实体校验。
```

操作结果如图 3-110 所示。



图 3-109 “旋转面”命令按钮



图 3-110　旋转表面

3.3.6　复制面

可以复制实体上的一个表面，得到一个面域。“复制面”命令按钮在“实体编辑”面板中的位置如图 3-111 所示。



图 3-111　“复制面”命令按钮

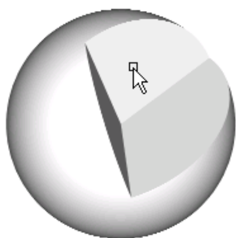
【示例】 单击“复制面”按钮，复制球缺上的一个表面。按命令行的提示进行操作。

```
命令: _solidedit
实体编辑自动检查:   SOLIDCHECK=1
输入实体编辑选项 [面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>: _face
输入面编辑选项 [拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/ 颜色(L)/材质(A)/放弃(U)/退出(X)] <退出>: _copy
选择面或 [放弃(U)/删除(R)]: 找到一个面（选择如图 3-112 的表面）
选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]:（按〈Enter〉键）
```

1
2
第 3 章
4
5
6
7
8
9
附录

指定基点或位移:(在图形编辑窗口单击确定复制基准点)
指定位移的第二点: (在图形编辑窗口单击确定复制目标点，牵拉出复制距离矢量，如图 3-113 所示)

渲染结果如图 3-114。


图 3-112　选择表面

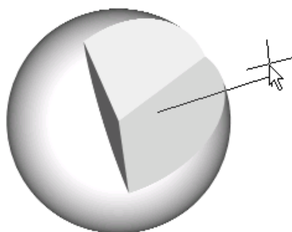

图 3-113　牵拉出移动矢量


图 3-114　复制表面

▷▷▷ 3. 3. 7　分割

可以使同一个实体上不相连的部分分离成独立的实体。“分割”命令按钮在“实体编辑”面板中的位置如图 3-115 所示。

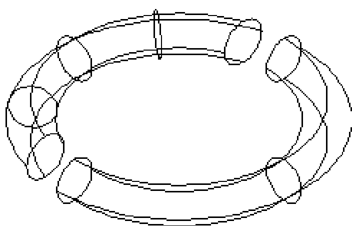


图 3-115　“分割”命令按钮

【示例】 分割一个中断的圆环体。单击“分割”命令按钮，按命令行的提示进行操作。

命令: _solidedit
实体编辑自动检查:　SOLIDCHECK=1
输入实体编辑选项 [面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>: _body
输入体编辑选项 [压印(I)/分割实体(P)/抽壳(S)/清除(L)/检查(C)/放弃(U)/退出(X)] <退出>: _separate
选择三维实体:（选择如图 3-116 所示一个中断的圆环体）

操作结果如图 3-117 所示，通过选择实体可以看到图 3-117 所示 1 和 2 两部分已成为两个独立的实体。


图 3-116　圆环体

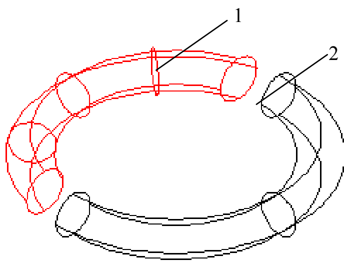


图 3-117　分割实体

▷▷▷ 3. 3. 8　抽壳

“抽壳”命令用于按照不变的壁厚创建壳体，能否抽壳成功取决于所得到的实体的点、线、面是否符合欧拉公式。“抽壳”命令按钮在“实体编辑”面板中的位置如图 3-118 所示。



【示例】 单击“抽壳”命令按钮，把如图 3-119 所示球缺体创建成壁厚为 0.5 的壳体，按命令行的提示进行操作。

```
命令: _solidedit
实体编辑自动检查:   SOLIDCHECK=1
输入实体编辑选项 [面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>: _body
输入体编辑选项[压印(I)/分割实体(P)/抽壳(S)/清除(L)/检查(C)/放弃(U)/退出(X)] <退出>: _shell
选择三维实体:（选择球缺体）
删除面或 [放弃(U)/添加(A)/全部(ALL)]: 找到一个面，已删除 1 个。（单击球缺体的端面）
删除面或 [放弃(U)/添加(A)/全部(ALL)]:（按〈Enter〉键）
输入抽壳偏移距离: 0.5（输入壳体壁厚度 0.5）
已开始实体校验。
已完成实体校验。
输入体编辑选项[压印(I)/分割实体(P)/抽壳(S)/清除(L)/检查(C)/放弃(U)/退出(X)] <退出>: *取消*
```

渲染效果如图 3-120 所示。



图 3-118 “抽壳”命令按钮

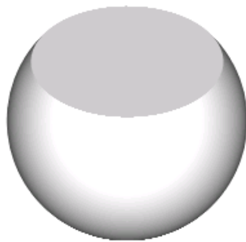


图 3-119 球缺体

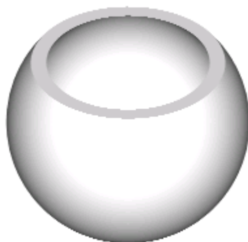


图 3-120 抽壳操作

3.4 综合实例

本节介绍 3 个电气元器件的设计实例，使读者熟悉 AutoCAD 2011 的三维设计功能。它们分别是拉线开关座、接线片和电动机。

3.4.1 绘制拉线开关座

拉线开关是传统的开关设备之一，广泛应用于民用照明电路中。它的电气元器件全部安装在拉线开关座中，下面先绘制拉线开关座的基本形体，再绘制拉线孔，最后绘制主螺栓座和电气螺栓座。

1．绘制基本形体

绘制步骤如下。

（1）首先绘制基本轮廓。单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以原点为底面圆心绘制尺寸为ϕ80×30 的圆柱体，效果如图 3-121 所示。

（2）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以ϕ 80×30 的圆柱体上底面圆心为底面圆心绘制尺寸为ϕ90×(−10)的圆柱体，效果如图 3-122 所示。

（3）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以ϕ90×(−10)的圆柱体上底面圆心

为底面圆心绘制尺寸为ϕ70×(−10) 的圆柱体，效果如图 3-123 所示。

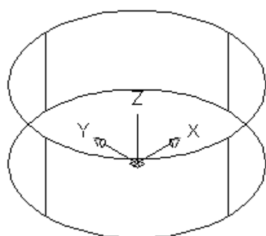


图 3-121 绘制圆柱体

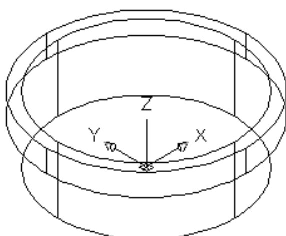


图 3-122 绘制圆柱体

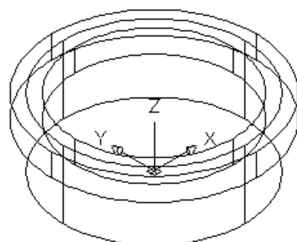


图 3-123 绘制圆柱体

（4）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，使用圆柱体ϕ90×(−10)剪切圆柱体ϕ70×(−10)，效果如图 3-124 虚线所示。

（5）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，使用圆柱体ϕ80×30 剪切方圆环，效果如图 3-125 所示。

（6）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以原点为底面圆心绘制尺寸为ϕ70×15 的圆柱体，效果如图 3-126 所示。

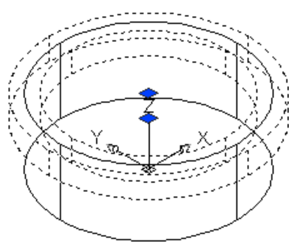


图 3-124 创建方圆环

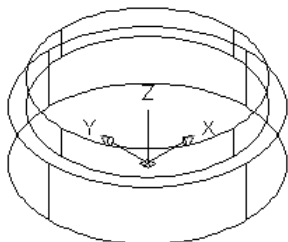


图 3-125 剪切方圆环

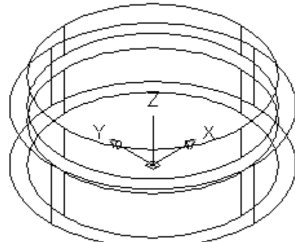


图 3-126 绘制圆柱体

（7）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以原点为底面圆心绘制尺寸为ϕ40×15 的圆柱体，效果如图 3-127 所示。

（8）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，使用圆柱体ϕ70×15 剪切圆柱体ϕ40×15，效果如图 3-128 虚线所示。

（9）为了观察差集效果，可以从“菜单浏览器”中选择 “视图”→“动态观察” “受约束的动态观察”菜单命令，适当旋转造型，露出底部，效果如图 3-129 所示。

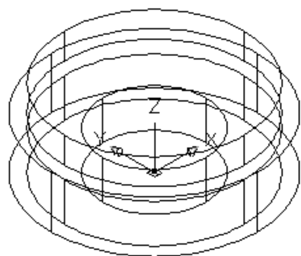


图 3-127 绘制圆柱体

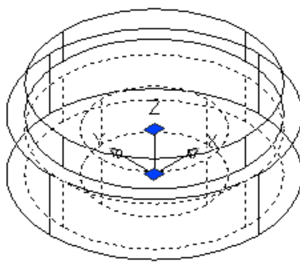
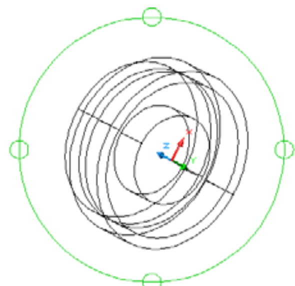


图 3-128 剪切圆柱体


图 3-129 旋转造型



（10）为了观察造型效果，在“菜单浏览器”中选择“视图”→“消隐”菜单命令，创建底部的消隐效果图，效果如图 3-130 所示。

（11）绘制中间的方坑。单击“建模”面板中的“长方体”命令按钮，以造型的上底面圆心为起点，绘制尺寸为 13×13×(−25)的长方体，效果如图 3-131 所示。

（12）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，以原点为阵列中心，把长方体 13×13×(−25)环形阵列 4 个，效果如图 3-132 所示。

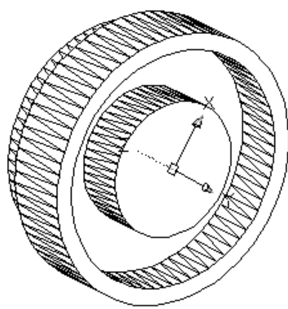


图 3-130　消隐效果图

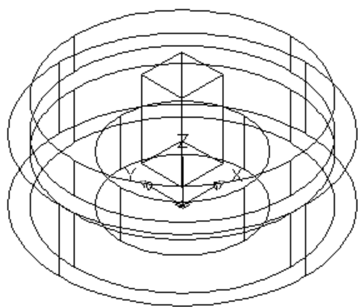


图 3-131　绘制长方体

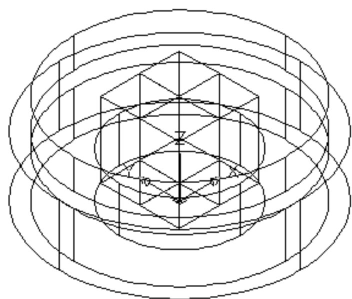


图 3-132　阵列长方体

（13）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切 4 个长方体，消隐效果如图 3-133 所示。

（14）绘制安装转轴的凹槽。单击“建模”面板中的“长方体”命令按钮，以图 3-134 所示中点为起点，绘制尺寸为 1.5×1.5×(−15)的长方体，效果如图 3-135 所示。

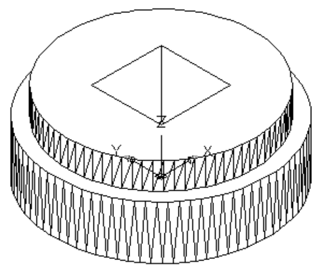


图 3-133　剪切四个长方体

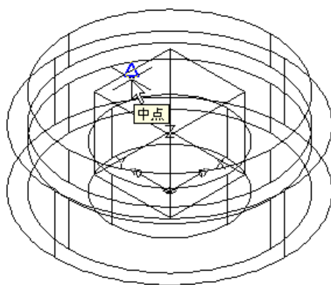


图 3-134　捕捉中点

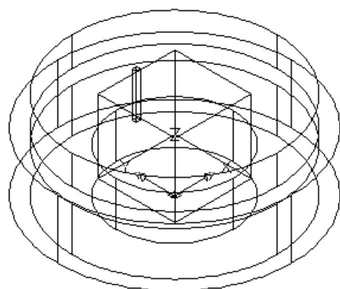


图 3-135　绘制长方体

（15）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以 *Y* 轴为对称轴，把长方体 1.5×1.5×(−15)对称复制一份，效果如图 3-136 所示。

（16）单击 UCS 面板中的“绕 X 轴旋转当前 UCS”命令按钮，把坐标系统 *X* 轴旋转 90°，效果如图 3-137 所示。

（17）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以如图 3-138 所示端点为底面圆心绘制尺寸为ϕ3×(−1.5)的圆柱体，效果如图 3-139 所示。

（18）单击“修改”面板中的“复制对象”命令按钮，以图 3-140 所示端点为复制基准点，以图 3-141 所示垂足为复制目标点，把虚线所示的图形向前复制一份，效果如图 3-142

所示。

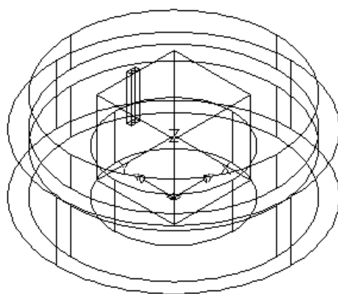


图 3-136　对称复制长方体

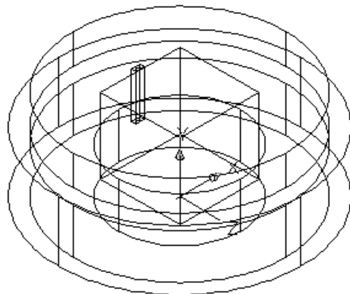


图 3-137　旋转坐标系

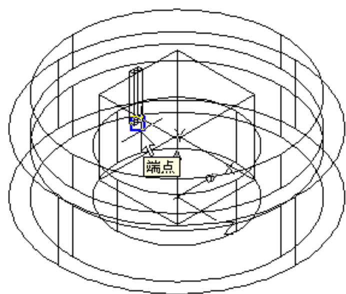


图 3-138　捕捉端点

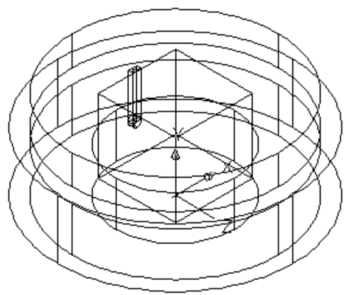


图 3-139　绘制圆柱体

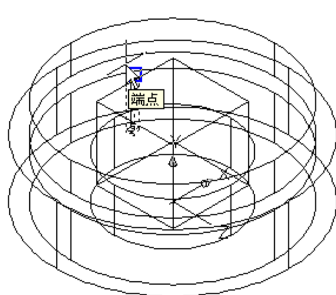


图 3-140　捕捉端点

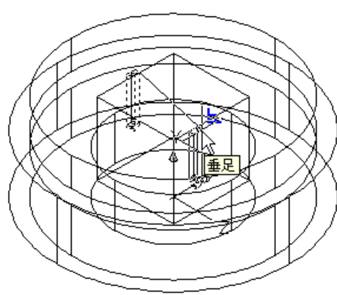


图 3-141　捕捉垂足

（19）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切 4 个长方体和两个圆柱体，效果如图 3-143 所示。

（20）单击“UCS”面板中的“世界 UCS”命令按钮，恢复坐标系，效果如图 3-144 所示。

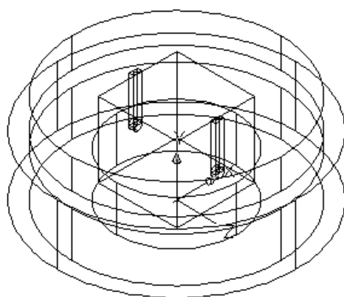


图 3-142　复制图形

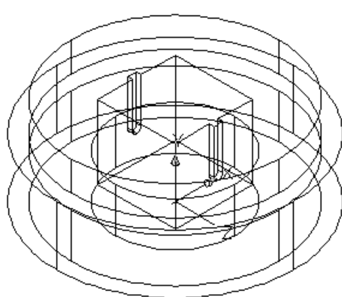


图 3-143　剪切图形

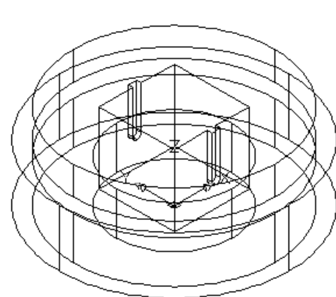


图 3-144　恢复坐标系

（21）绘制凹槽旁边的凸起。单击“建模”面板中的“长方体”命令按钮，以图 3-145 所示端点为起点，绘制尺寸为-2×2×(-25)的长方体，效果如图 3-146 所示。

（22）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把长方体-2×2×(-25)沿 *X* 轴方向移动距离-1，效果如图 3-147 所示。



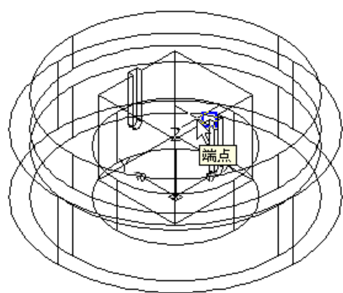


图 3-145　捕捉端点

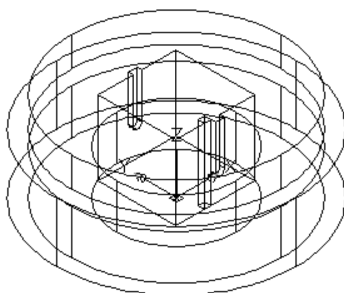


图 3-146　绘制长方体

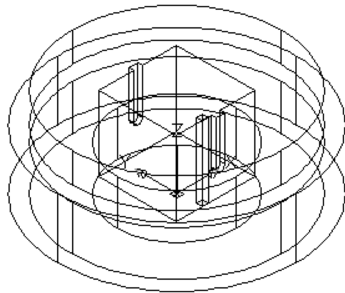


图 3-147　移动长方体

（23）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以 *Y* 轴为对称轴，把长方体−2×2×(−25)对称复制一份，效果如图 3-148 所示。

（24）单击“实体编辑”面板中的“并集”命令按钮，合并所有实体，消隐效果如图 3-149 所示。

（25）在“菜单浏览器”中选择“视图”→“三维视图”→“东北等轴测视图”命令，察看这个视角的造型，效果如图 3-150 所示。

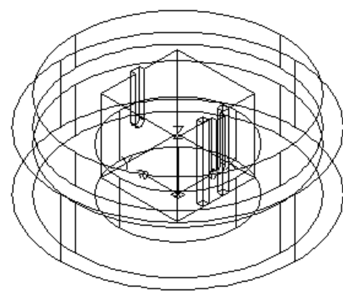


图 3-148　对称复制长方体

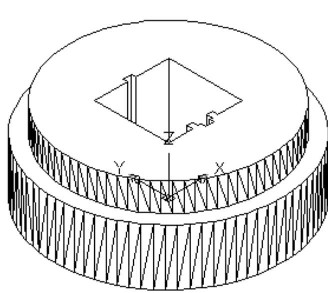


图 3-149　合并造型

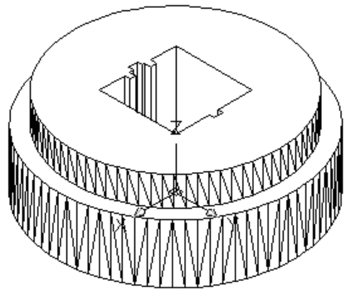


图 3-150　东北等轴测视图

2．绘制拉线孔

绘制步骤如下。

（1）首先绘制方坑边缘的方缺口，它用于卡紧簧片。单击“建模”面板中的“长方体”命令按钮，以如图 3-151 所示端点为起点，绘制尺寸为 1×10×(−2)的长方体，效果如图 3-152 所示。

（2）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切长方体 1×10×(−2)，消隐效果如图 3-153 所示。

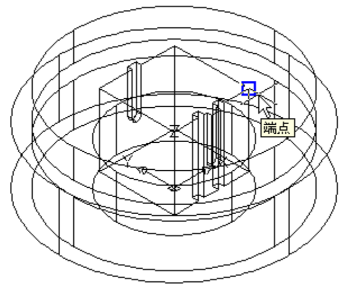


图 3-151　捕捉端点

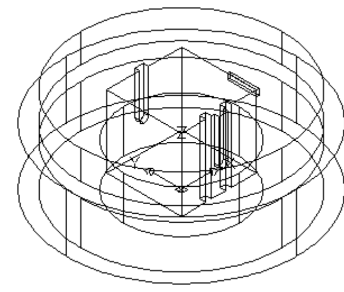


图 3-152　绘制长方体

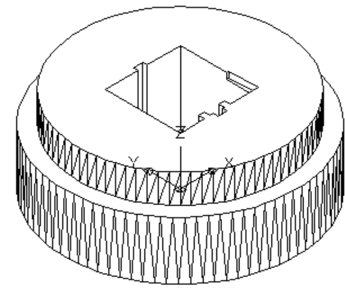


图 3-153　剪切长方体

1
2
第 3 章
4
5
6
7
8
9
附录

（3）单击“建模”面板中的“长方体”命令按钮，以如图 3-154 所示端点为起点，绘制尺寸为-10×5×(-10)的长方体，效果如图 3-155 所示。

（4）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切长方体-10×5×(-10)，消隐效果如图 3-156 所示。

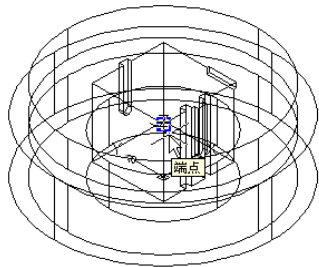
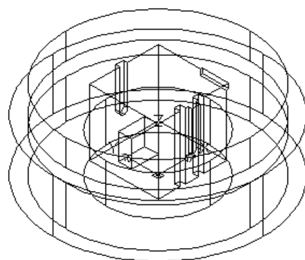


图 3-154 捕捉端点


图 3-155 绘制长方体

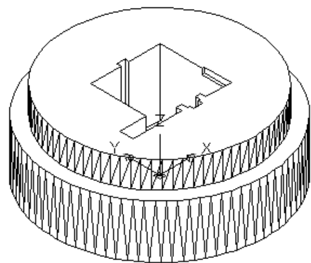


图 3-156 剪切长方体

（5）绘制拉线孔上部的圆角。单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以如图 3-157 所示中点为底面圆心绘制尺寸为ϕ5×(-10)的圆柱体，效果如图 3-158 所示。

（6）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切圆柱体ϕ5×(-10)，消隐效果如图 3-159 所示。

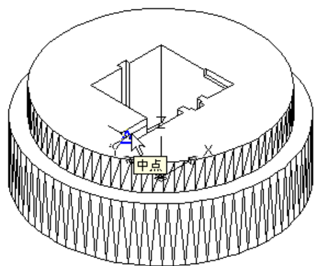
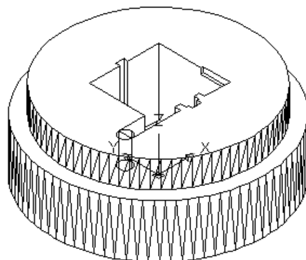
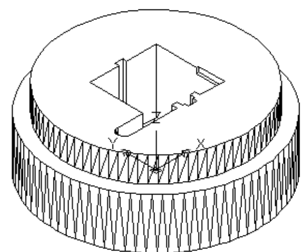


图 3-157 捕捉中点

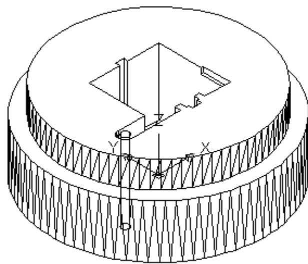

图 3-158 绘制圆柱体

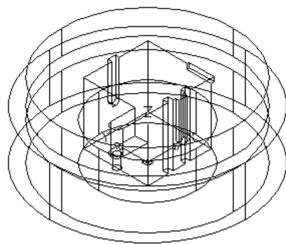

图 3-159 剪切圆柱体

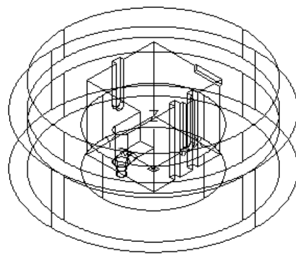
（7）绘制拉线孔。单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以图 3-157 所示中点为底面圆心绘制尺寸为ϕ3×(-30)的圆柱体，效果如图 3-160 所示。

（8）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切圆柱体ϕ3×(-30)，效果如图 3-161 所示。

（9）把拉线孔边缘圆角化，以免割伤拉线。单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把步骤 8 创建的圆孔上边缘倒圆角，圆角半径为 3，效果如图 3-162 所示。


图 3-160 绘制圆柱体


图 3-161 剪切圆柱体


图 3-162 倒圆角



（10）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 3-163 虚线所示边缘线倒圆角，圆角半径为 3，效果如图 3-164 所示。

（11）绘制拉线孔的下部。单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以图 3-165 所示孔的下底圆心为底面圆心绘制尺寸为ϕ12×(−15)的圆柱体，效果如图 3-166 所示。

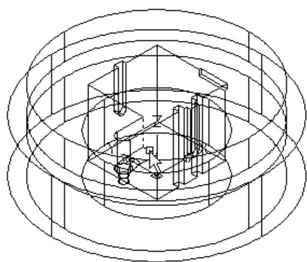


图 3-163　捕捉边

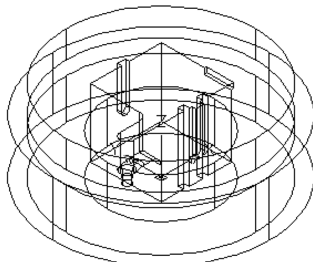


图 3-164　边倒圆角

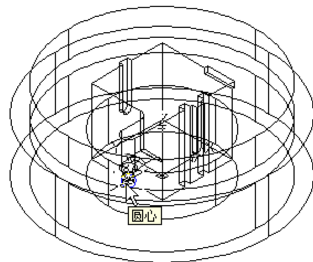


图 3-165　捕捉圆心

（12）单击“建模”面板中的“长方体”命令按钮，以如图 3-167 所示象限点为起点，绘制尺寸为-13×12×15 的长方体，效果如图 3-168 所示。

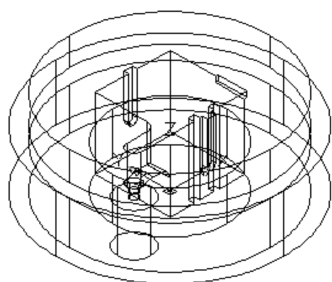


图 3-166　绘制圆柱体

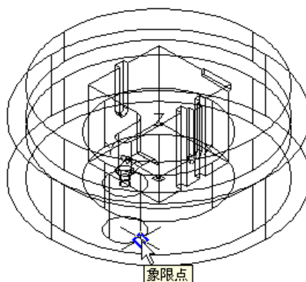


图 3-167　捕捉象限点

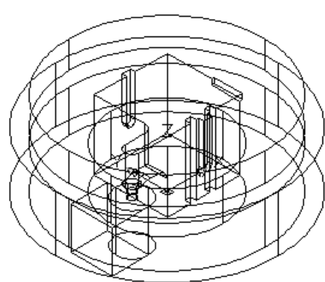


图 3-168　绘制长方体

（13）单击“实体编辑”面板中的“并集”命令按钮，合并所有实体，效果如图 3-169 所示。

（14）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以如图 3-170 所示圆心为底面圆心绘制尺寸为ϕ3×30 的圆柱体，效果如图 3-171 所示。

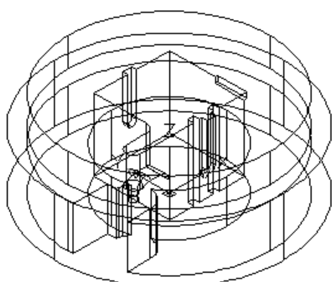


图 3-169　合并实体

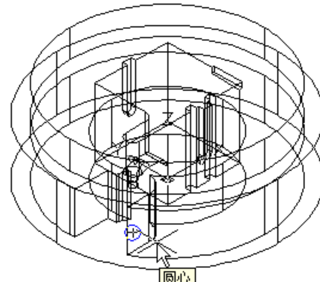


图 3-170　捕捉圆心

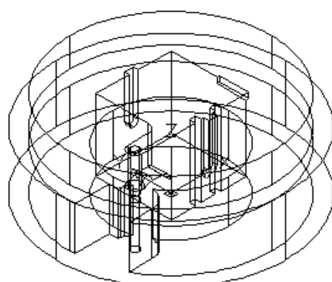


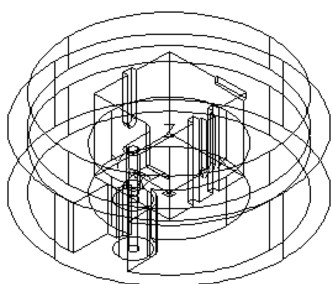
图 3-171　绘制圆柱体

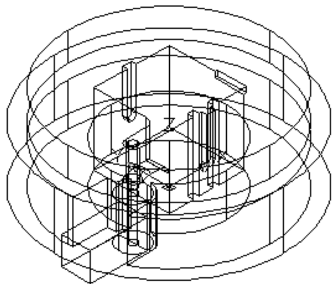
（15）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以如图 3-170 所示圆心为底面圆心绘制尺寸为ϕ10×15 的圆柱体，效果如图 3-172 所示。

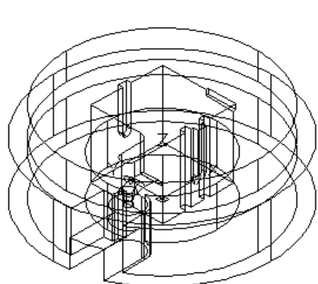
1
2
第 3 章
4
5
6
7
8
9
附录

（16）单击“建模”面板中的“长方体”命令按钮，以圆柱体ϕ10×15 的前下边象限点为起点，绘制尺寸为-20×10×10 的长方体，效果如图 3-173 所示。

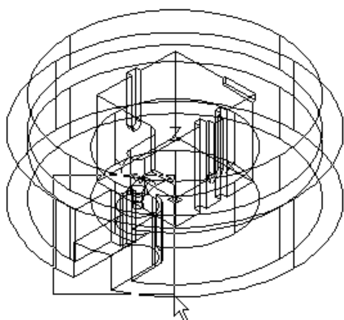
（17）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切圆柱体ϕ3×30、圆柱体ϕ10×15 和长方体-20×10×10，效果如图 3-174 所示。

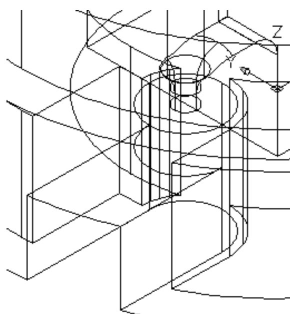

图 3-172　绘制圆柱体


图 3-173　绘制长方体

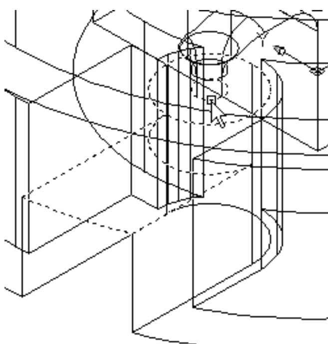

图 3-174　剪切实体

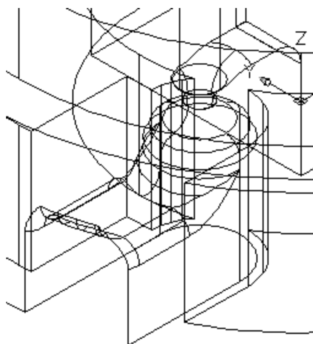
（18）把拉线孔下部边缘圆角化，以免割伤拉线。在“菜单浏览器”中选择“视图”→“缩放”→“窗口”菜单命令，局部放大如图 3-175 所示造型，预备下一步操作，效果如图 3-176 所示。


图 3-175　选择造型


图 3-176　局部放大

（19）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 3-177 虚线所示边倒圆角，圆角半径为 2，效果如图 3-178 所示。


图 3-177　选择边


图 3-178　倒圆角



（20）在“菜单浏览器”中选择“视图”→“缩放”→“上一个”菜单命令，恢复视图，效果如图 3-179 所示。

（21）在“菜单浏览器”中选择“视图”→“三维视图”→“俯视”菜单命令，把当前视图转换为俯视图，查看造型的位置是否适当，消隐效果如图 3-180 所示。

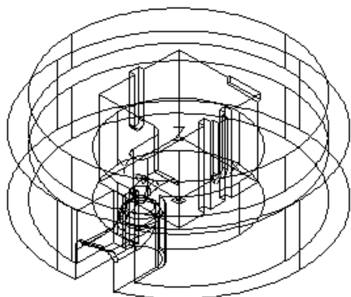


图 3-179　恢复视图

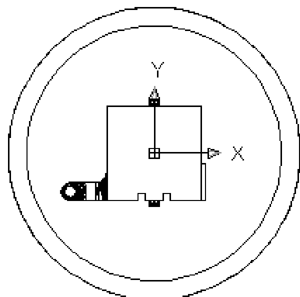


图 3-180　俯视图

（22）为了清晰地观察沉孔结构，可以从“菜单浏览器”中选择“视图”→“动态观察”→“受约束的动态观察”菜单命令，适当旋转造型，露出背面，渲染效果如图 3-181 所示。

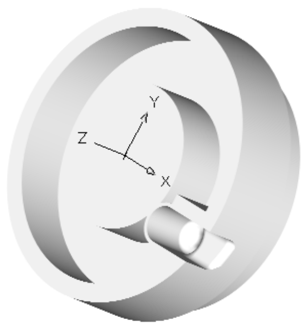


图 3-181　适当旋转造型

3．绘制主螺栓座

绘制步骤如下。

（1）首先创建螺栓座座体。单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，绘制尺寸为$\phi 6\times 15$ 的圆柱体，然后以圆柱体$\phi 6\times 15$ 的上底面圆心为底面圆心绘制尺寸为$\phi 8\times (-12)$的圆柱体，效果如图 3-182 所示。

（2）单击“实体编辑”面板中的“并集”命令按钮，合并两个圆柱体，效果如图 3-183 所示。

（3）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把合并的实体以图 3-184 所示象限点为移动基准点，以图 3-185 所示象限点为移动目标点进行移动，效果如图 3-186 所示。

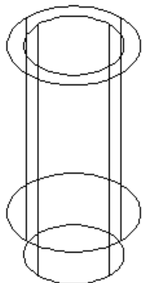


图 3-182　俯视图

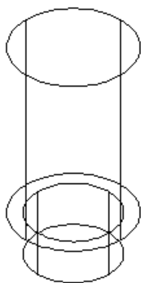


图 3-183　合并造型

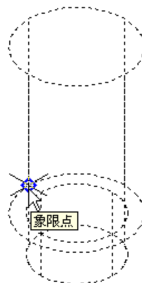


图 3-184　捕捉移动基准点

（4）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把移动过来的实体向上移动距离 3，效果如图 3-187 所示。



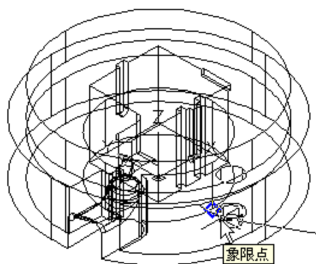


图 3-185　捕捉移动目标点

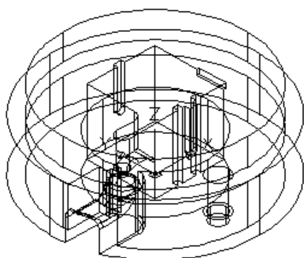


图 3-186　定位造型

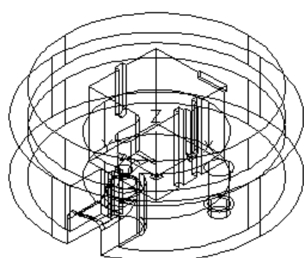


图 3-187　移动造型

（5）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，以原点为旋转中心，把刚才移动的造型旋转-43°，效果如图 3-188 所示。

（6）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，以原点为阵列中心，把刚才旋转的造型环形阵列 2 个，效果如图 3-189 所示。

（7）单击“实体编辑”面板中的“并集”命令按钮，合并所有实体。

（8）创建螺栓座上的孔。单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以图 3-190 所示圆心为底面圆心绘制尺寸为ϕ4×40 的圆柱体，效果如图 3-191 所示。

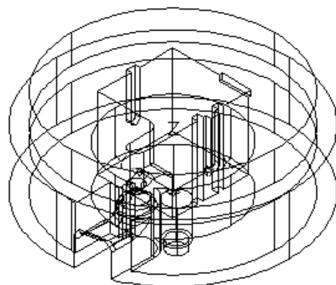


图 3-188　旋转造型

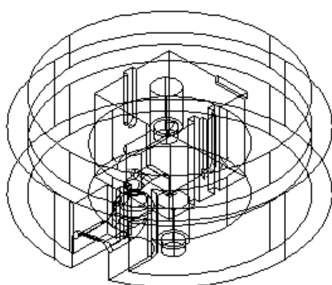


图 3-189　阵列造型

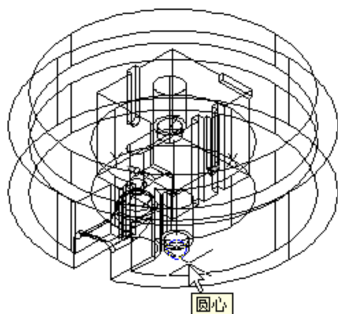


图 3-190　捕捉圆心

（9）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，类似地在后边一个螺栓座上绘制尺寸为ϕ4×40 的圆柱体，效果如图 3-192 所示。

（10）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切两个圆柱体 ϕ4×40，效果如图 3-193 所示。

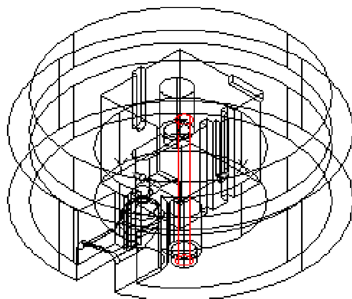


图 3-191　绘制圆柱体

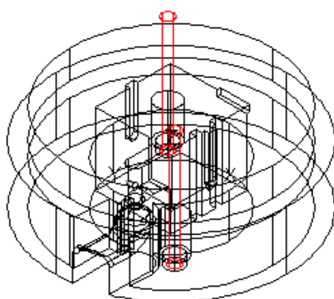


图 3-192　绘制另一个圆柱体

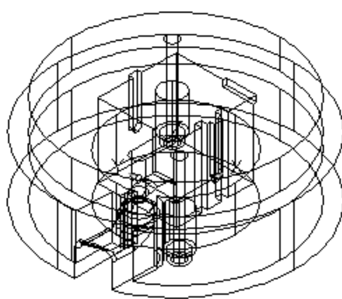


图 3-193　剪切两个圆柱体



（11）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以图 3-194 所示圆心为底面圆心绘制尺寸为$\phi 6\times(-26)$的圆柱体，效果如图 3-195 所示。

（12）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，类似地在前边一个螺栓座上绘制尺寸为$\phi 6\times(-26)$的圆柱体，效果如图 3-196 所示。

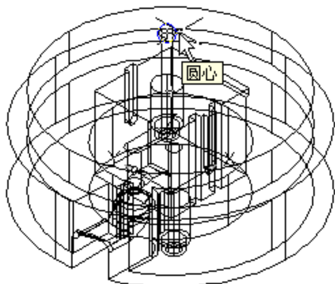


图 3-194　捕捉圆心

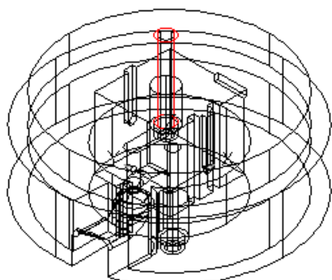


图 3-195　绘制圆柱体

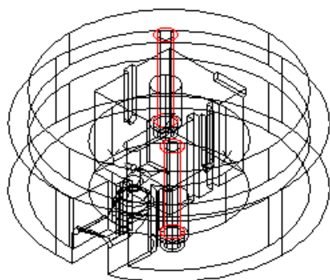


图 3-196　绘制另一个圆柱体

（13）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切两个圆柱体$\phi 6\times(-26)$，效果如图 3-197 所示。

4．绘制电气螺栓座

绘制步骤如下。

（1）准备创建卡紧簧片的孔。单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以点（27.5，0）为底面圆心绘制尺寸为$\phi 3\times 30$ 的圆柱体，效果如图 3-198 所示。

（2）准备创建进出电线的孔。单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以圆柱体$\phi 3\times 30$ 的上表面圆心为底面圆心绘制尺寸为$\phi 6\times(-10)$的圆柱体，效果如图 3-199 所示。

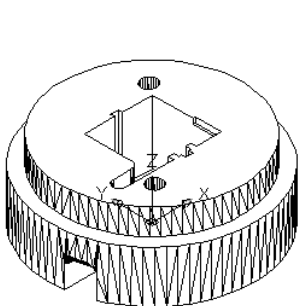


图 3-197　剪切两个圆柱体

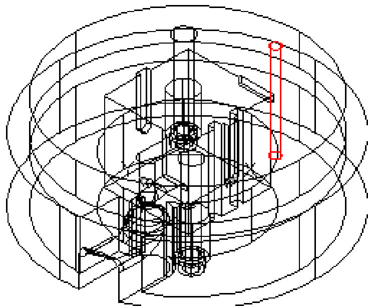


图 3-198　绘制圆柱体

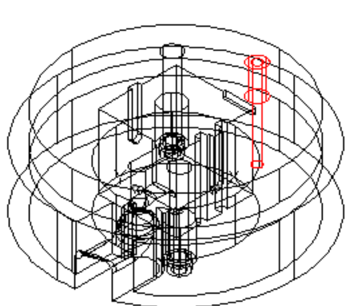


图 3-199　绘制圆柱体

（3）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，以原点为旋转中心，把圆柱体$\phi 6\times(-10)$旋转 20°，效果如图 3-200 所示。

（4）准备创建安装电线螺钉的孔。单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以圆柱体$\phi 6\times(-10)$的上表面圆心为底面圆心绘制尺寸为$\phi 6\times(-30)$的圆柱体，效果如图 3-201 所示。

（5）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，以原点为旋转中心，把圆柱体$\phi 6\times(-30)$旋转 20°，效果如图 3-202 所示。

1

2

第 3 章

4

5

6

7

8

9

附录

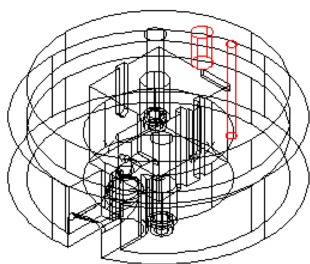


图 3-200　旋转圆柱体

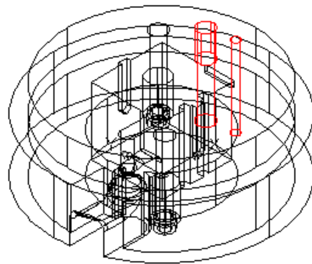


图 3-201　绘制圆柱体

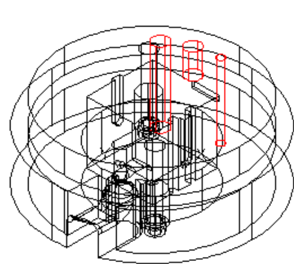


图 3-202　旋转圆柱体

（6）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，以原点为旋转中心，把 3 个圆柱体旋转 60°，效果如图 3-203 所示。

（7）导线应该有两根，现在创建另一根导线的安装结构。单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以 *X* 轴为对称轴，把 3 个圆柱体对称复制一份，效果如图 3-204 所示。

（8）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，以原点为旋转中心，把复制出来的 3 个圆柱体旋转 60°，效果如图 3-205 所示。

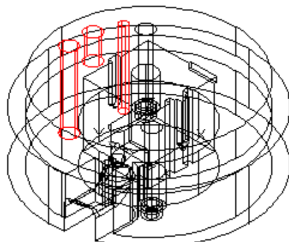


图 3-203　旋转三个圆柱体

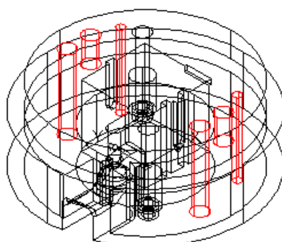


图 3-204　对称复制实体

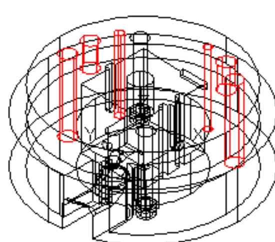


图 3-205　旋转实体

（9）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切 6 个圆柱体，效果如图 3-206 所示。

（10）创建压紧转子的簧片的安装结构。单击“原点 UCS”命令按钮，把坐标系向上移动距离 30，效果如图 3-207 所示。

（11）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以点（−27.5，0）为底面圆心绘制尺寸为$\phi 6\times(-5)$的圆柱体，效果如图 3-208 所示。

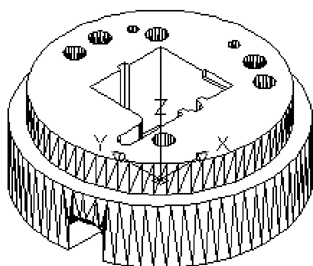


图 3-206　剪切实体

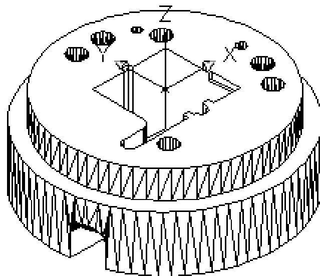


图 3-207　移动坐标系

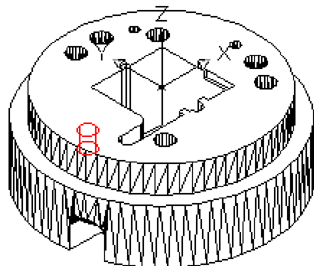


图 3-208　绘制圆柱体



（12）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以圆柱体ϕ6×(−5)的上表面圆心为底面圆心绘制尺寸为ϕ10×(−1)的圆柱体，效果如图 3-209 所示。

（13）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切两个圆柱体，消隐效果如图 3-210 所示。

（14）单击“建模”面板中的“长方体”命令按钮，以图 3-211 所示象限点为起点，绘制尺寸为 15×(−10)×(−1)的长方体，效果如图 3-212 所示。

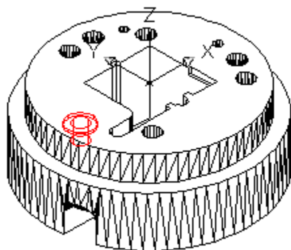


图 3-209　绘制圆柱体

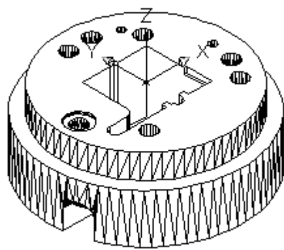


图 3-210　剪切 2 个圆柱体

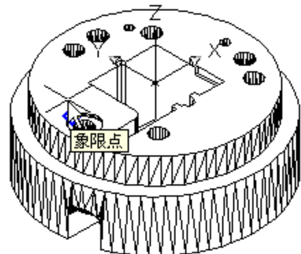


图 3-211　捕捉象限点

（15）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切长方体 15×(−10)×(−1)，消隐效果如图 3-213 所示。

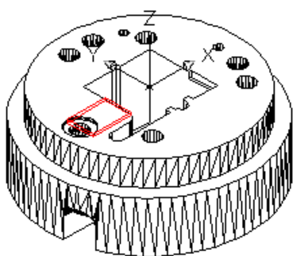


图 3-212　绘制长方体

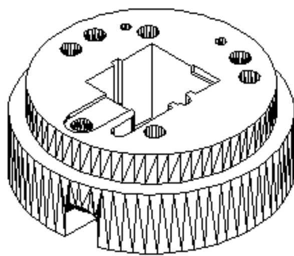


图 3-213　剪切长方体

（16）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以图 3-214 所示端点为底面圆心绘制尺寸为ϕ3×2 的圆柱体，效果如图 3-215 所示。

（17）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把圆柱体ϕ3×2 以相对坐标（@5,−5）进行移动，效果如图 3-216 所示。

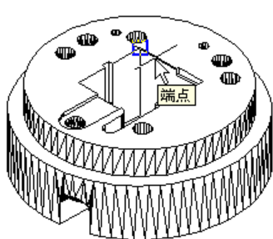


图 3-214　捕捉端点

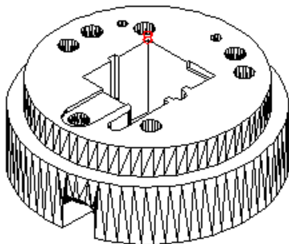


图 3-215　绘制圆柱体

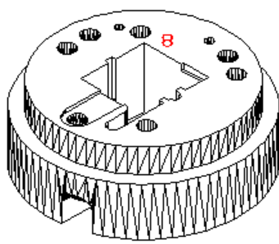


图 3-216　移动圆柱体

（18）单击“实体编辑”面板中的“并集”命令按钮，合并所有实体，消隐效果如图 3-217 所示，渲染效果如图 3-218 所示。



（19）从“菜单浏览器”中选择“视图”→“动态观察”→“受约束的动态观察”菜单命令，适当旋转造型，以便观察造型底面，消隐效果如图 3-219 所示。

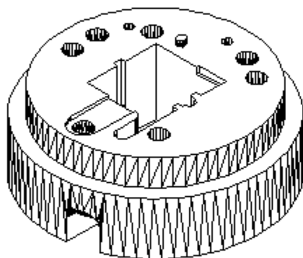


图 3-217　合并所有实体

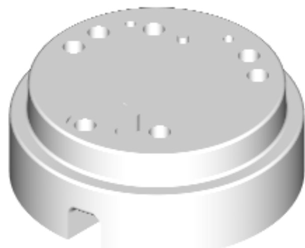


图 3-218　渲染效果

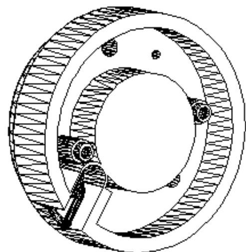


图 3-219　底面消隐效果

3.4.2　设计接线片

众多电气线路的导线与接线柱之间通过接线片连接。它是圆圈和圆筒的组合体。圆圈用于连接接线柱，圆筒用于连接导线。把导线头部去皮，然后把裸线伸进圆筒中，用电工钳夹扁圆筒即可。绘制步骤如下。

（1）创建接线片的头部。单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以原点为底面圆心绘制尺寸为$\phi 4\times 0.2$的圆柱体，效果如图 3-220 所示。

（2）单击“建模”面板中的“长方体”命令按钮，以原点为起点，绘制尺寸为 1×(−8)×0.2 的长方体，效果如图 3-221 所示。

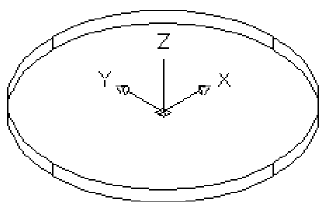


图 3-220　绘制圆柱体

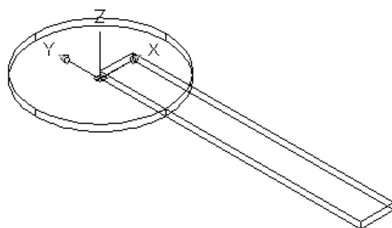


图 3-221　绘制长方体

（3）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以 *Y* 轴为对称轴，把长方体 1×(−8)×0.2 对称复制一份，效果如图 3-222 所示。

（4）单击“实体编辑”面板中的“并集”命令按钮，合并所有实体，效果如图 3-223 所示。

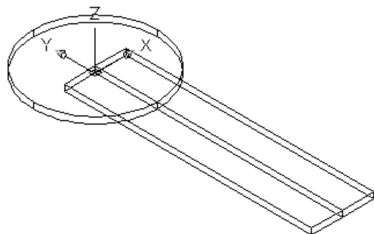


图 3-222　对称复制长方体

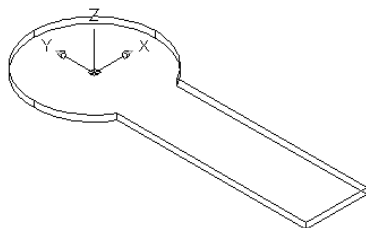


图 3-223　合并实体

（5）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以原点为底面圆心绘制尺寸为$\phi 2.5\times 1$的圆柱体，效果如图 3-224 所示。

（6）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，使用毛坯剪切圆柱体$\phi 2.5\times 1$，效果如图 3-225 所示。

（7）创建接线片的尾部。单击“绕 X 轴旋转用户坐标系”命令按钮，把坐标系绕 *X* 轴旋转 90°，效果如图 3-226 所示。

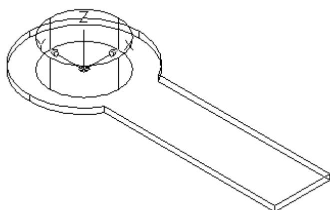


图 3-224　绘制圆柱体

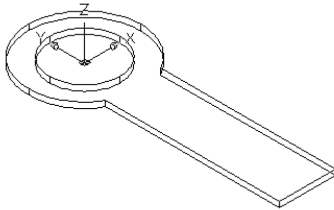


图 3-225　剪切圆柱体

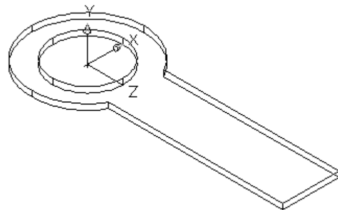


图 3-226　旋转坐标系

（8）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以原点为底面圆心绘制尺寸为$\phi 3\times 4$的圆柱体，效果如图 3-227 所示。

（9）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把圆柱体$\phi 3\times 4$以图 3-228 所示象限点为移动基准点，以图 3-229 所示端点为移动目标点移动，效果如图 3-230 所示。

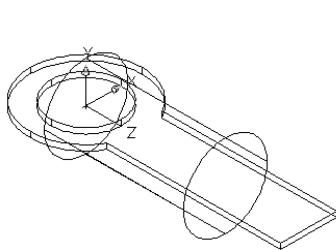


图 3-227　绘制圆柱体

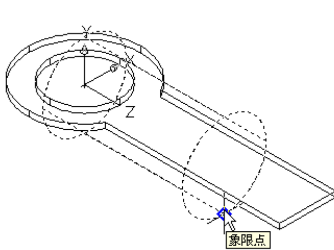


图 3-228　捕捉象限点

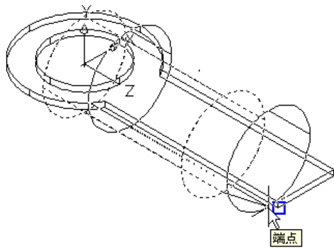


图 3-229　捕捉端点

（10）单击“实体编辑”面板中的“剖切”命令按钮，使用平行于*YZ*平面，通过如图 3-231 所示端点的平面对半剖切圆柱体$\phi 3\times 4$，效果如图 3-232 所示。

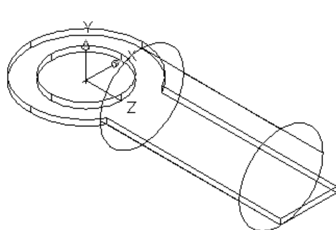


图 3-230　移动圆柱体

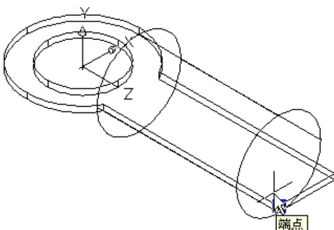


图 3-231　捕捉端点

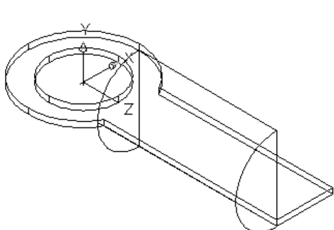


图 3-232　剖切圆柱体

（11）从“菜单浏览器”中选择“视图”→“动态观察”→“受约束的动态观察”菜单命令，适当旋转造型，效果如图 3-233 所示。

（12）单击“实体编辑”面板中的“抽壳”命令按钮，在系统要求选择要删除的表面，在如图 3-234 所示半圆柱体ϕ3×4 端面上单击，在前端面双击，把它创建成壁厚为 0.2 的壳体，效果如图 3-235 所示。

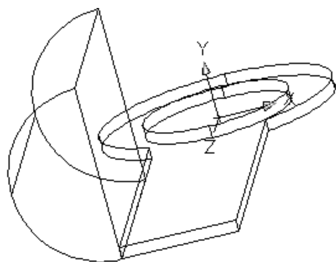


图 3-233　旋转造型

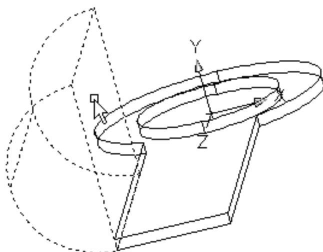


图 3-234　选择表面

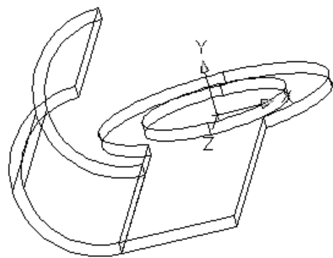


图 3-235　创建壳体

（13）单击“实体编辑”面板中的“拉伸面”命令按钮，拉伸如图 3-236 光标所示端面。拉伸长度为 0.9，拉伸角度为 0°，效果如图 3-237 所示。

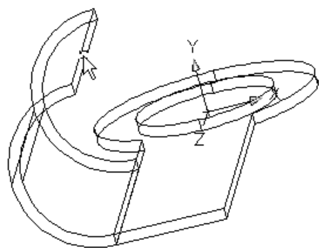


图 3-236　选择端面

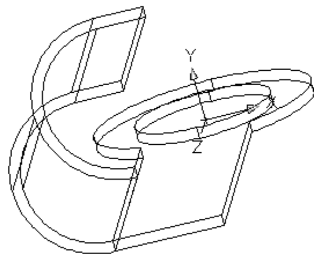


图 3-237　拉伸端面

（14）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以 *Z* 轴为对称轴把左边的半个壳体对称复制一份，效果如图 3-238 所示。

（15）在“菜单浏览器”中选择“视图”→“三维视图”→“西南等轴测视图”菜单命令，恢复视图，效果如图 3-239 所示。

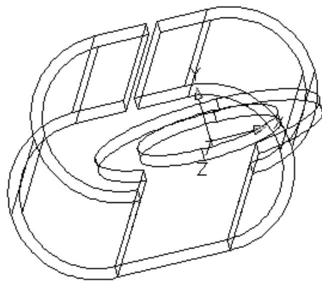


图 3-238　对称复制壳体

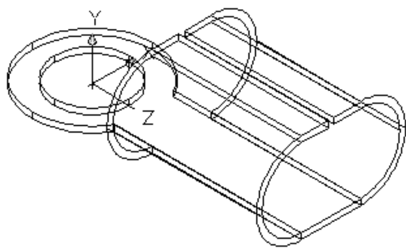


图 3-239　恢复视图

（16）通过“材质浏览器”将材质应用到对象或面。通过逐一查看“材质浏览器”窗口中的选项卡查找所需的材质（见图 3-240）。将材质工具从选项板拖动到对象或面，也可以单击材质，然后使用画笔光标选择对象或面。

1
2
第 3 章
4
5
6
7
8
9
附录



通过“材质浏览器”的材质工具，赋予接线片黄铜材质。选择金属材质（见图 3-241），单击 “金属-铜”按钮，然后用画笔光标选择接线片，给接线片赋予黄铜材质。

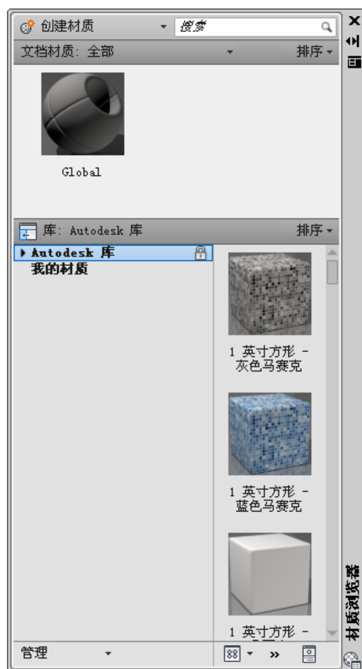


图 3-240　“材质”工具选项板

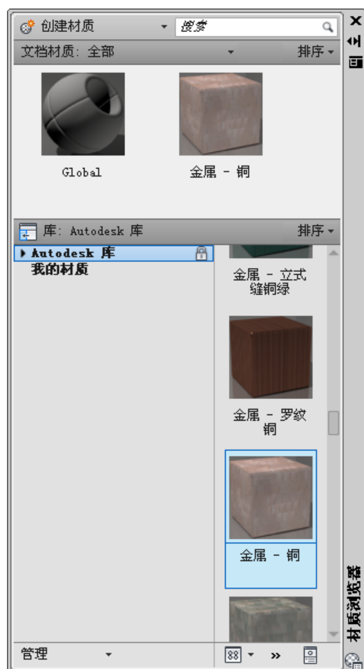


图 3-241　选择金属材质

（17）在“菜单浏览器”中选择 “视图”→“渲染”→“渲染”菜单命令，创建接线片的渲染效果图，渲染效果如图 3-242 所示。

（18）如果觉得颜色太暗，也可以选择其他材质渲染，比如黄色塑料，渲染效果如图 3-243 所示，“东北等轴测视图”方向的渲染效果如图 3-244 所示。

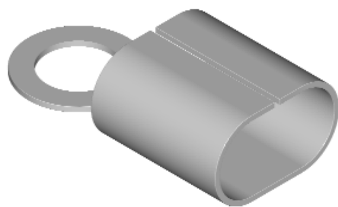


图 3-242　黄铜材质

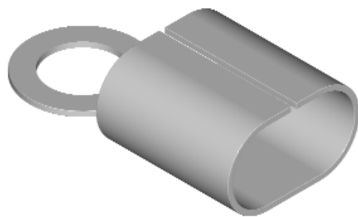


图 3-243　黄色塑料



图 3-244　“东北等轴测视图”方向

3.4.3　绘制电动机

电动机是传统的动力设备之一，应用十分广泛。它的电气部件全部安装在电动机的壳体中，下面先绘制电动机的壳体，再绘制底部的支架，从而完成整个电动机的制作。

1．绘制壳体

绘制步骤如下。

（1）绘制电动机壳体。单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以基点（200,200,0）为底面圆心绘制尺寸为ϕ100×140 的圆柱体，结果如图 3-245 所示。

（2）单击“建模”面板中的“长方体”命令按钮，以基点（245,199,25）为起点，绘制尺寸为 10×2×120 的长方体，效果如图 3-246 所示。

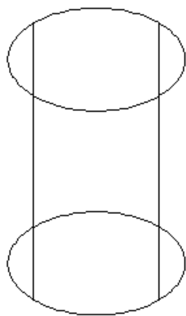


图 3-245　绘制圆柱体

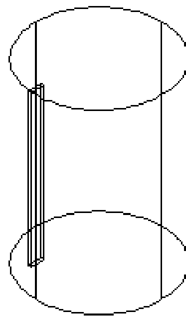


图 3-246　绘制长方体

（3）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，弹出“阵列”对话框，选择“环形阵列”单选项，其中各项设置如图 3-247 所示。

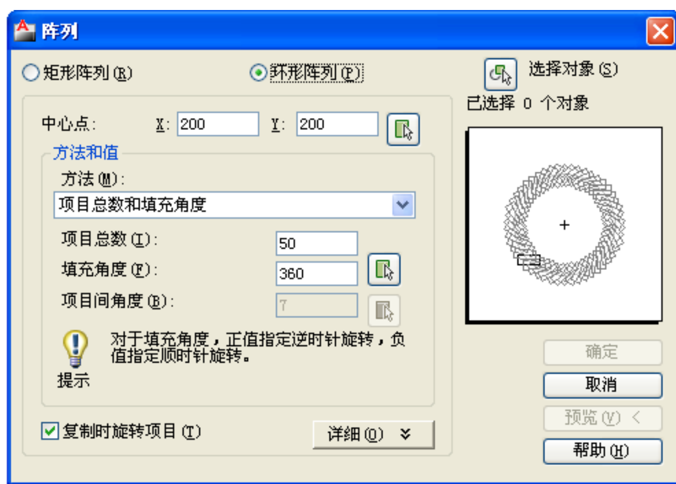


图 3-247　“阵列”对话框

（4）单击 “选择对象”按钮，回到视图区域，选中新绘制的长方体，按〈Enter〉键，回到“阵列”对话框，单击“确定”按钮，结果如图 3-248 所示。

（5）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，选择圆柱体，按〈Enter〉键，再选择所有的长方体，按〈Enter〉键。

（6）在“菜单浏览器”中选择“视图”→“三维视图”→“西南等轴测视图”菜单命令，结果如图 3-249 所示。



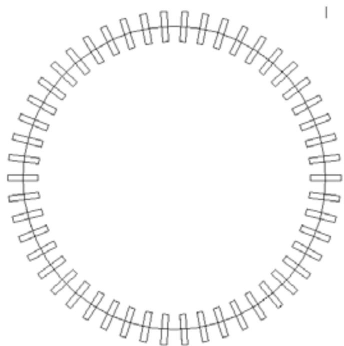


图 3-248　阵列矩形

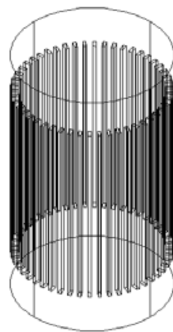


图 3-249　转换视图

（7）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把圆柱体的上边缘倒圆角，圆角半径为 10。然后再将圆柱体的下边缘进行倒圆角，圆角半径为 10，结果如图 3-250 所示。

（8）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，分别以点（0,0,170）和点（0,0,0）作为圆柱体底面中心点，绘制半径为 10 和 5，高度为 6 和 210 两个圆柱体。

（9）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，选中视图中所有对象，选择圆柱体底面圆圆心作为移动基点，在命令行中输入“0,0,0”，按〈Enter〉键，结果如图 3-251 所示。

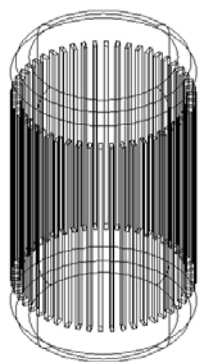


图 3-250　进行圆角

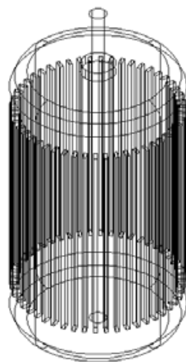


图 3-251　移动图形

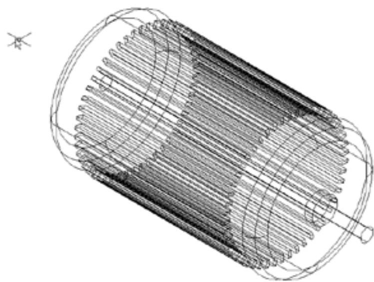
（10）在“菜单浏览器”中选择“修改”→“三维操作”→“三维旋转”菜单命令，命令行的提示如下。

```
命令: _3drotate
UCS 当前的正角方向:  ANGDIR=逆时针   ANGBASE=0
选择对象: 找到 2 个                   // 选择所有对象
选择对象:
指定基点: 0,0,0
拾取旋转轴: X
指定角的起点: 90
```

完成对象的旋转。单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，将对象从原点移动到点

1
2
第 3 章
4
5
6
7
8
9
附录

（500,0,0）处，结果如图 3-252 所示。

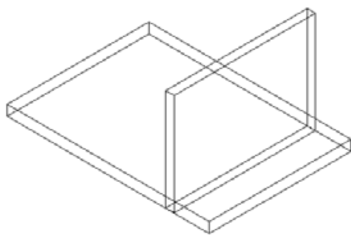

图 3-252　三维旋转后的结果

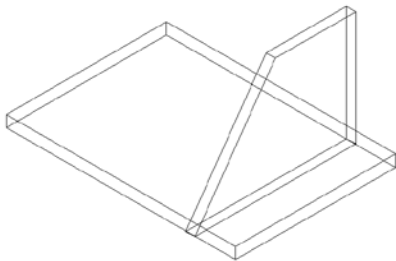
2. 绘制支架

绘制步骤如下。

（1）单击“建模”面板中的“长方体”命令按钮，以点（0,0,0）和点（140,200,10）为长方体的两对角点绘制一个长方体，再以点（0,35,0）和（@140,8,100）为两对角点，高度为 100 绘制另一个长方体，结果如图 3-253 所示。

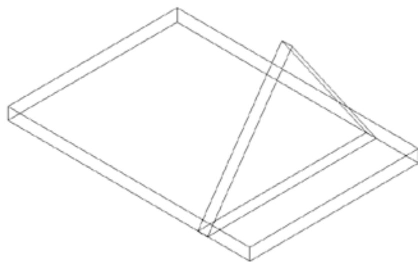
（2）单击“实体编辑”面板中的“剖切”命令按钮，选择刚才绘制的第二个长方体，按〈Enter〉键，依次选择长方体的左下角点，上端面一边线中点，上端面另一边线中点进行剖切，在长方体右半侧单击鼠标左键，结果如图 3-254 所示。

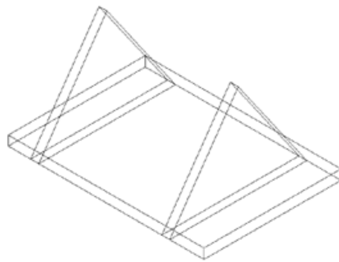

图 3-253　绘制长方形


图 3-254　进行剖切

（3）单击“实体编辑”面板中的“剖切”命令按钮，将长方体右边也切掉，结果如图 3-255 所示。

（4）单击“修改”面板中的“复制对象”命令按钮，选择刚才剖切过的实体，按〈Enter〉键，捕捉到实体的顶点，在命令行中输入“@0,134”，按〈Enter〉键，结果如图 3-256 所示。


图 3-255　将长方体右边也切掉


图 3-256　进行复制

（5）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，将刚才绘制的两个三角形实体以原点作为基点移动到点（0,0,10）。

（6）单击“建模”面板中的“圆柱体”命令按钮，以点（5,5,0）为圆柱体底面的中心点，绘制半径为 2，高度为 10 的圆柱体，结果如图 3-257 所示。



（7）单击“修改”面板中的“复制对象”命令按钮，以新绘制的圆柱体上表面圆心作为复制基点，以点（@130,0）、（@130,190）、（@0,190）作为复制的第二点，结果如图 3-258 所示。

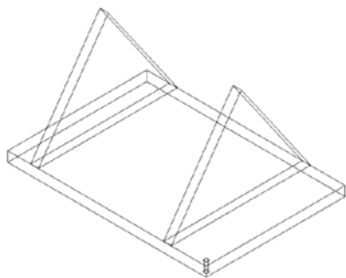


图 3-257　进行移动

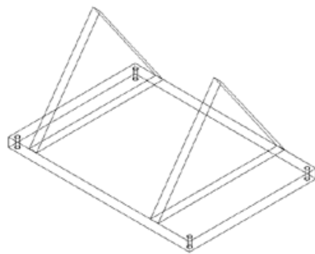


图 3-258　进行复制

（8）单击“实体编辑”面板中的“差集”命令按钮，将新绘制的 4 个圆柱体从底座的长方体中减去。

（9）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，选择壳体，在命令行中输入“500,−170,0”按〈Enter〉键，再在命令行中输入“70,15,80”，按〈Enter〉键，将绘制的底座移动到电动机壳体的下方，结果如图 3-259 所示。

（10）这样，这个电动机的三维范例就制作完成了，消隐效果如图 3-260 所示，渲染效果如图 3-261 所示。

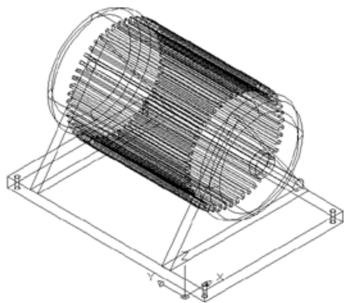


图 3-259　差集后的结果

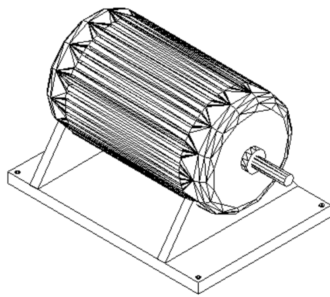


图 3-260　消隐效果

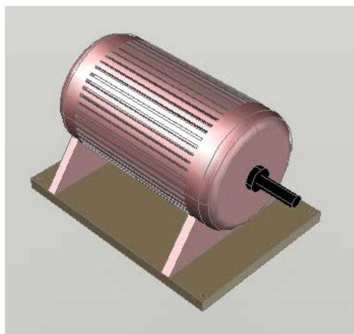


图 3-261　渲染效果

第2篇

电气制图规则和变送电图例

本篇介绍以下主要知识点：

- 电气工程图的种类及特点
- 电气工程 CAD 制图的规范
- 电气图形符号的构成和分类
- 电动机供电系统图的绘制范例
- 电动机控制电路图的绘制范例
- 电动机控制接线图的绘制范例
- 设备元件表的绘制范例
- 小车间电气平面图的绘制范例
- 自耦减压起动柜控制电路图的绘制范例
- 10kV 线路平面图的绘制范例
- 10kV 变电所系统图的绘制范例
- 低压配电系统图的绘制范例
- 变电所平面图的绘制范例



第 4 章　电气工程图的基本知识

知识导引

本章主要介绍电气工程图的基本知识，包括电气工程图的种类及特点、电气工程 CAD 制图的规范、电气图形符号的构成和分类等。绘制电气工程图需要遵循众多的规范，但这不应该被读者看成是学习绘制电气工程图的障碍。正是因为电气工程图是规范的，所以设计人员可以大量借鉴以前的工作成果，将旧图样中使用的标题栏、表格、元器件符号甚至经典线路照搬到新图样中，稍加修改即可使用。为此，本章最后请读者绘制若干简单的电气工程图，供以后的章节借鉴。

4.1　电气工程图的种类及特点

电气工程图既可以根据功能和使用场合分为不同的类别，也具有某些共同的特点，这些都有别于建筑工程图和机械工程图。

4.1.1　电气工程图的种类

电气工程图用来阐述电气工程的构成和功能，描述电气装置的工作原理，提供安装和维护使用的信息。电气工程的规模不同，该项工程的电气图的种类和数量也不同。一项工程的电气图通常装订成册，主要包含以下内容。

1．目录和前言

目录便于检索图样，由序号、图样名称、编号、张数等构成。

前言中包括设计说明、图例、设备材料明细表、工程经费概算等。

设计说明的主要目的在于阐述电气工程设计的依据、基本指导思想与原则，图样中未能清楚表明的工程特点、安装方法、工艺要求、特殊设备的安装使用说明，以及有关的注意事项等的补充说明。图例即图形符号，一般只列出本套图样涉及到的一些特殊图例。设备材料明细表列出该项电气工程所需的主要电气设备和材料的名称、型号、规格和数量，可供经费预算和购置设备材料时参考。工程经费概算用于大致统计出电气工程所需的费用，可以作为工程经费预算和决算的重要依据。

2．电气系统图

电气系统图用于表示整个工程或该工程中某一项目的供电方式和电能输送的关系，也可表示某一装置各主要组成部分的关系。例如，一个电动机的供电关系，可采用如图 4-1 所示的电气系统图。该电气系统由电源 L1、L2、L3、熔断器 FU、交流接触器 KM、热继电器 K、电动机 M 构成，并通过连线表示如何连接这些元件。



3. 电路图

电路图主要表示一系统或装置的电气工作原理，又称为电气原理图。例如，为了描述图 4-1 所示电动机的控制原理，要使用图 4-2 所示的电路图清楚地表示其工作原理。按钮 S1 用于起动电动机，按下它可让交流接触器 KM 的电磁线圈通电，闭合交流接触器 KM 的主触头，电动机运转；按钮 S2 用于使电动机停止运转，按下它电动机就停转。

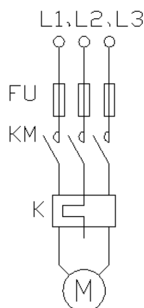


图 4-1　电动机电气系统图

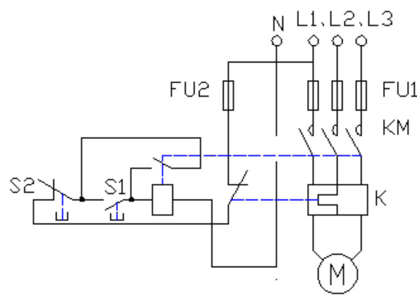


图 4-2　电动机控制电路原理图

4. 接线图

接线图主要用于表示电气装置内部各元器件之间及其与外部其他装置之间的连接关系，有单元接线图、互连接线圈端子接线图、电线电缆配置图等类型。图 4-3 所示接线图清楚地表示了各元器件之间的实际位置和连接关系。图中，电源（L1、L2、L3）由型号为 BX-3×6 的导线，顺序接至端子排 X、熔断器 FU、交流接触器 KM 的主触头，再经热继电器 K 的热元器件，接至电动机 M 的接线端子 U、V、W。这幅图与实际电路是完全对应的。

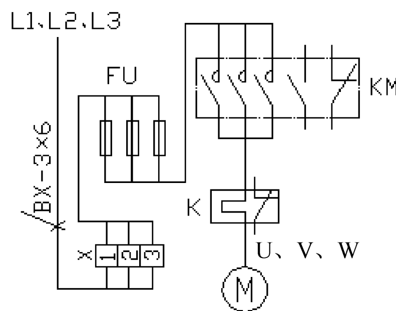


图 4-3　电动机主回路接线图

5. 电气平面图

电气平面图表示电气工程中电气设备、装置和线路的平面布置，一般在建筑平面图中绘制出来。根据用途不同，电气工程平面图可分为线路平面图、变电所平面图、动力平面图、照明平面图、弱电系统平面图、防雷与接地平面图等。图 4-4 是一个车间的电气平面布置图，图中从配电柜引出的导线接到上下两组配电箱，各个配电箱再分别连接电动机。

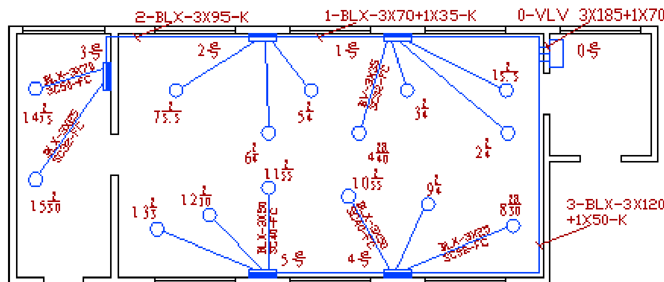


图 4-4　电气平面图示例

6．设备布置图

设备布置图主要表示各种电气设备和装置的布置形式、安装方式及相互位置之间的尺寸关系，通常由平面图、立面图、断面图、剖面图等组成。

7．大样图

大样图用于表示电气工程某一部件、构件的结构，用于指导加工与安装，部分大样图为国家标准图。

8．产品使用说明书用电气图

厂家往往在产品使用说明书中附上电气工程中选用的设备和装置电气图。

9．其他电气图

电气系统图、电路图、接线图、平面图是最主要的电气工程图。但在一些较复杂的电气工程中，为了补充和详细说明某一局部工程，还需要使用一些特殊的电气图，如功能图、逻辑图、印制板电路图、曲线图和表格等。

10．设备元器件和材料明细表

设备元器件和材料明细表是把电气工程所需主要设备、元器件、材料和有关的数据列成表格，表示其名称、符号、型号、规格、数量。这种表格主要用于说明图上符号所对应的元件名称和有关数据，应与图联系起来阅读。以图 4-2 所示的电路图为例，可列出表 4-1 所示的设备元器件表。

表 4-1　设备元器件表

设备材料明细表							
序　号	符　号	名　称	型　号	规　格	单　位	数　量	备　注
1	M	异步电动机	Y	380V，15kW	台	1	
2	KM	交流接触器	CJ10	380V，40A	个	1	
3	FU2	熔断器	RT18	250V，1A	个	1	配熔芯 1A
4	FU1	熔断器	RT0	380V，40A	个	3	配熔芯 32A
5	K	热继电器	JR3	40A	个	1	整定值 25A
6	S1，S2	按钮	LA2	250V，3A	个	2	-常开、-常闭触点

4.1.2　电气工程图的一般特点

1．图形符号、文字符号和项目代号是构成电气图的基本要素

图形符号、文字符号和项目代号是电气图的基本要素，一些技术数据也是电气图的主要内容。电气系统、设备或装置通常由许多部件、组件、功能单元等组成。一般用一种图形符号描述和区分这些项目的名称、功能、状态、特征、相互关系、安装位置、电气连接等，不必画出它们的外形结构。

在一张图上，一类设备只用一种图形符号。比如各种熔断器都用同一个符号表示。为了区别同一类设备中不同元器件的名称、功能、状态、特征以及安装位置，还必须在符号旁边标注文字符号。例如，不同功能、不同规格的熔断器分别标注为 FUl、FU2、FU3、FU4。为了更具体地区分，除了标注文字符号、项目代号外，有时还要标注一些技术数据，如图中熔断器的有关技术数据，如 RL-15／15A 等。



2．简图是电气工程图的主要形式

简图是用图形符号、带注释的围框或简化外形表示系统或设备中各组成部分之间相互关系的一种图。电气工程图绝大多数都采用简图这种形式。

简图并不是指内容“简单”，而是指形式的“简化”，它是相对于严格按几何尺寸、绝对位置等绘制的机械图而言的。电气工程图中的系统图、电路图、接线图、平面布置图等都是简图。

3．元器件和连接线是电气图描述的主要内容

一种电气装置主要由电气元器件和电气连接线构成，因此，无论是说明电气工作原理的电路原理图，表示供电关系的电气系统图，还是表明安装位置和接线关系的平面图和接线图等，都是以电气元器件和连接线作为描述的主要内容。也因为对元器件和连接线描述方法不同，构成了电气图的多样性。

连接线在电路图中通常有多线表示法、单线表示法和混合表示法。每根连接线或导线各用一条图线表示的方法，称为多线表示法；两根或两根以上的连接线只用一条图线表示的方法，称为单线表示法；在同一图中，单线和多线同时使用的方法称为混合表示法。

4．电气元器件在电路图中的 3 种表示方法

用于电气元器件的表示方法可分别采用集中表示法、半集中表示法和分开表示法。

集中表示法是把一个元器件各组成部分的图形符号绘制在一起的方法。比如可以把交流接触器的主触头和辅助触头、热继电器的热元器件和触点集中绘制在一起；分开表示法是把一个元器件的各组成部分分开布置。对同一个交流接触器，驱动线圈、主触头、辅助触头、热继电器的热元器件、触点分别画在不同的电路中，用同一个符号 KM 或 K 将各部分联系起来。

半集中表示法是介于集中表示法和分开表示法之间的一种表示法。其特点是在图中把一个项目的某些部分的图形符号分开布置，并用机械连接线表示出项目中各部分的关系。其目的是得到清晰的电路布局。在这里，机械连接线可以是直线，也可以折弯、分支或交叉。

5．表示连接线去向的两种方法

在接线图和某些电路图中，通常要求表示连接线的两端各引向何处。表示连接线去向一般有连续线表示法和中断线表示法两种。

表示两接线端子（或连接点）之间导线的线条是连续的方法，称为连续线表示法；表示两接线端子或连接点之间导线的线条中断的方法，称为中断线表示法。

6．功能布局法和位置布局法是电气工程图两种基本的布局方法

功能布局法是指电气图中元器件符号的布置，只考虑便于看出它们所表示的元器件之间功能关系而不考虑实际位置的一种布局方法。电气工程图中的系统图、电路原理图都是采用这种布局方法。例如图 4-1 中，各元器件按供电顺序（电源——负载）排列，图 4-2 中，各元器件按动作原理排列，至于这些元件的实际位置怎样布置则不表示。这样的图就是按功能布局法绘制的图。

位置布局法是指电气图中元器件符号的布置对应于该元器件实际位置的布局方法。电气工程图中的接线图、平面图通常采用这种布局方法。例如图 4-3 中，控制箱内各元器件基本

上都是按元器件的实际相对位置布置和接线的。图 4-4 的平面图中，配电箱、电动机及其连接导线都按实际位置布置。这样的图就是按位置布局法绘制的图。

7．对能量流、信息流、逻辑流、功能流的不同描述方法，构成了电气图的多样性

在某一个电气系统或电气装置中，各种元器件、设备、装置之间，从不同角度、不同侧面去考察，存在着不同的关系，构成 4 种物理流。

能量流——电能的流向和传递。

信息流——信号的流向、传递和反馈。

逻辑流——表征相互间的逻辑关系。

功能流——表征相互间的功能关系。

物理流有的是实有的或有形的，如能量流、信息流等；有的则是抽象的，表示的是某种概念，如逻辑流、功能流等。

在电气技术领域内，往往需要从不同的目的出发，对上述 4 种物理流进行研究和描述，而作为描述这些物理流的工具之一——电气图，当然也需要采用不同的形式。这些不同的形式，从本质上揭示了各种电气图内在的特征和规律。实际上将电气图分成若干种类，从而构成了电气图的多样性。

例如，描述能量流和信息流的电气图，有系统图、框图、电路图、接线图等；描述逻辑流的电气图有逻辑图等；描述功能流的有功能表图、程序图、电气系统说明书用图等。

4.2 电气工程 CAD 制图的规范

电气工程设计部门设计、绘制图样，施工单位按图样组织工程施工，所以图样必须有设计和施工等部门共同遵守的一定的格式和一些基本规定、要求。这些规定包括建筑电气工程图自身的规定和机械制图、建筑制图等方面的有关规定。

1．图纸的格式与幅面尺寸

（1）图纸的格式。一张图纸的完整图面是由边框线、图框线、标题栏、会签栏组成的，其格式如图 4-5 所示。

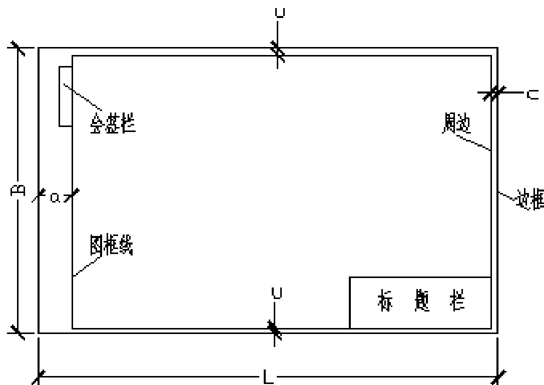


图 4-5 图面



（2）幅面尺寸。图纸的幅面就是由边框线所围成的图面。幅面尺寸共分 5 等：A0～A4，具体的尺寸要求如表 4-2 所示。

表 4-2　基本幅面尺寸　　（单位：mm）

幅 面 代 号	A0	A1	A2	A3	A4
宽×长（B×L）	841×1189	594×841	420×594	297×420	297×210
边宽（C）	10			5	
装订侧边宽	25				

2．标题栏

标题栏是用来确定图样的名称、图号、张次、更改和有关人员签署等内容的栏目，位于图样的下方或右下方。图中的说明、符号均应以标题栏的文字方向为准。

目前我国尚没有统一规定标题栏的格式，各设计部门标题栏格式不一定相同。通常采用的标题栏格式应有以下内容：设计单位名称、工程名称、项目名称、图名、图别、图号等，图 4-6 是一种标题栏格式，可供读者借鉴。

设计单位名称				工程名称	设计号	
					图号	
总工程师		主要设计人		项目名称		
设计总工程师		技　　核				
专业工程师	制图					
组长		描　　图		图　　名		
日期	比例					

图 4-6　标题栏格式

3．图幅分区

如果电气图上的内容很多，尤其是一些幅面大、内容复杂的图，要进行分区，以便在读图或更改图的过程中，迅速找到相应的部分。

图幅分区的方法是等分图纸相互垂直的两边。分区的数目视图的复杂程度而定，但要求每边必须为偶数。每一分区的长度一般不小于 25mm，不大于 75mm。分区代号，竖向方向用大写英文字母从上到下编号，横向方向用阿拉伯数字从左往右编号，如图 4-7 所示。分区代号用字母和数字表示，字母在前，数字在后，如 B2、C3 等。

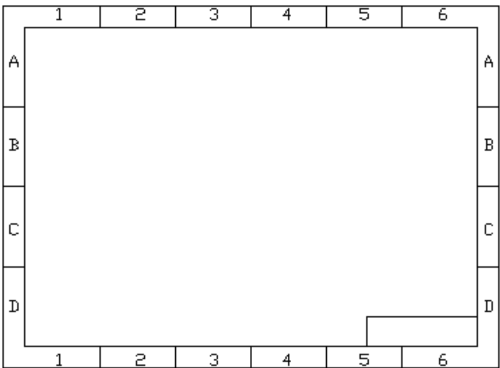


图 4-7　图幅分区

4．图线

图线是绘制电气图所用的各种线条的统称，常用的图线如表 4-3 所示。

表 4-3　图线形式与应用

图线名称	图线形式	图线应用	图线名称	图线形式	图线应用
粗实线	▬▬▬▬	电气线路，一次线路	点画线	—·—·—·	控制线，信号线，围框线
细实线	————	二次线路，一般线路	点画线，双点画线	—·—·—· —··—··—	辅助围框线
虚　线	— — — —	屏蔽线，机械连线	双点画线	—··—··—	辅助围框线，36V 以下线路

5．字体

电气图中的字体必须符合标准，一般汉字常用仿宋体、宋体、字母、数字用正体、罗马字体表示。字体的大小一般为 2.5~4.0，也可以根据不同的场合使用更大的字体，根据文字所代表的内容不同应用不同大小的字体。一般来说，电气元器件触点号最小，线号次之，元器件名称号最大。具体也要根据实际调整。

6．比例

由于图幅有限，而实际的设备尺寸大小不同，需要按照不同的比例绘制成才能安置在图中。图形与实物尺寸的比值称为比例。大部分电气工程图是不按比例绘制的，某些位置图则按比例绘制或部分按比例绘制。

电气工程图采用的比例一般为 1∶10，1∶20，1∶50，1∶100，1∶200，1∶500。例如，图样比例为 1∶100，图样上某段线路为 15cm，则实际长度为 15cm×100cm=1500cm。

7．方位

一般来说，电气平面图按上北下南，左西右东来表示建筑物和设备的位置和朝向。但外电总平面图中用方位标记（指北针方向）来表示朝向。这是因为外电总平面图表现的图形不能总是刚好符合某规格的图样幅面，需要旋转一个角度才行。

8．安装标高

在电气平面图中，电气设备和线路的安装高度是用标高来表示的，这与建筑制图类似。标高有绝对标高和相对标高两种表示方法。绝对标高是我国的一种高度表示方法，又称为海拔高度。相对标高是选定某一参考面为零点而确定的高度尺寸。建筑工程图上采用的相对标高，一般是选定建筑物室外地平面为±0.00m，标注方法为根据这个高度标注出相对高度。

在电气平面图中，也可以选择每一层地坪面或楼面为参考面，电气设备和线路安装，敷设位置高度以该层地坪面为基准，一般称为敷设标高。

9．定位轴线

电力、照明和电信平面布置图通常是在建筑物平面图上完成的。由于在建筑平面图中，建筑物都标有定位轴线，因此电气平面布置图也带有轴线。定位轴线编号的原则是：在水平方向采用阿拉伯数字，由左向右注写；在垂直方向采用英文字母（其中 I、O、Z 不用），由下往上注写，数字和字母分别用点画线引出。通过定位轴线可以帮助人们了解电气设备和其他设备的具体安装位置，也可以更方便地找到设备的位置，对修改、设计变更图样有利。

10．详图

电气设备中某些零部件、连接点等的结构、做法、安装工艺要求，有时需要将这些部分单独放大，详细表示，这种图称为详图。

电气设备的某些部分的详图可以画在同一张图样上，也可画在另一张图样上。为了将它



们联系起来，需要使用一个统一的标记。标注在总图某位置上的标记称详图索引标志；标注在详图位置上的标记称详图标志。

4.3　电气图形符号的构成和分类

按简图形式绘制的电气工程图中，元器件、设备、装置、线路及其安装方法等都是借用图形符号、文字符号和项目代号来表达的。分析电气工程图，首先要明了这些符号的形式、内容、含义以及它们之间的相互关系。

4.3.1　电气图形符号的构成

电气图形符号包括一般符号、符号要素、限定符号和方框符号。

1．一般符号

一般符号是用来表示一类产品或此类产品特征的简单符号，如电阻、开关、电容等。

2．符号要素

符号要素是一种具有确定意义的简单图形，必须同其他图形组合构成一个设备或概念的完整符号。例如，真空二极管由外壳、阴极、阳极和灯丝 4 个符号要素组成。符号要素一般不能单独使用，只有按照一定方式组合起来才能构成完整的符号。符号要素的不同组合可以构成不同的符号。

3．限定符号

一种用以提供附加信息的加在其他符号上的符号，称为限定符号。限定符号一般不代表独立的设备、元器件，仅用来说明某些特征、功能和作用等。限定符号一般不单独使用，当一般符号加上不同的限定符号时，可得到不同的专用符号。例如，在开关的一般符号上加不同的限定符号可分别得到隔离开关、断路器、接触器、按钮开关、转换开关。

限定符号通常不能单独使用，但一般符号有时也可用作限定符号，如电容器的一般符号加到传声器符号上，即可构成电容式传声器的符号。

4．方框符号

用以表示元器件、设备等的组合及其功能，既不给出元器件、设备的细节，也不考虑所有连接的一种简单的图形符号。

方框符号在框图中使用最多。电路图中的外购件、不可修理件也可用方框符号表示。

4.3.2　电气图形符号的分类

新的《电气图用图形符号　总则》国家标准代号为 GB/T4728.1-1985，采用国际电工委员会（IEC）标准，在国际上具有通用性，有利于对外技术交流。GB/T4728 电气图用图形符号共分 13 部分。

1．总则

包括有本标准内容提要、名词术语、符号的绘制、编号使用及其他规定。

2．符号要素、限定符号和其他常用符号

内容包括轮廓和外壳、电流和电压的种类、可变性、力或运动的方向、流动方向、材料的类型、效应或相关性、辐射、信号波形、机械控制、操作件和操作方法、非电量控制、接



地、接机壳和等电位、理想电路元件等。

3．导体和连接件

内容包括电线、屏蔽或绞合导线、同轴电缆、端子与导线连接、插头和插座、电缆终端头等。

4．基本无源元器件

内容包括电阻器、电容器、电感器、铁氧体磁心、压电晶体等。

5．半导体管和电子管

如二极管、晶体管、晶闸管、电子管等。

6．电能的发生与转换

内容包括绕组、发电机、变压器等。

7．开关、控制和保护器件

内容包括触点、开关、开关装置、控制装置、启动器、继电器、接触器和保护器件等。

8．测量仪表、灯和信号器件

内容包括指示仪表、记录仪表、热电偶，遥测装置、传感器、灯、电铃、蜂鸣器、喇叭等。

9．电信：交换和外围设备

内容包括交换系统、选择器、电话机、电报和数据处理设备、传真机等。

10．电信：传输

内容包括通信电路、天线、波导管器件、信号发生器、激光器、调制器、解调器、光纤传输线路等。

11．建筑安装平面布置图

内容包括发电站、变电所、网络、音响和电视的分配系统、建筑用设备、露天设备。

12．二进制逻辑元件

内容包括计数器、存储器等。

13．模拟元器件

内容包括放大器、函数器、电子开关等。

4.4 电动机供电系统图



制作思路

电动机供电线路是基本的动力供电线路，它既可以绘制成单线的，也可以绘制成三线的。单线的比较简单，可以先绘制，然后借鉴它绘制成三线的电动机供电线路。

4.4.1 单线

绘制步骤如下。

（1）首先绘制接线柱符号。单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制$\phi 5$ 圆，效果如图 4-8 所示。

（2）绘制熔断器符号。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图



4-9 所示象限点的尺寸为 5×(−15)的矩形，效果如图 4-10 所示。

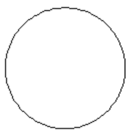


图 4-8　绘制圆

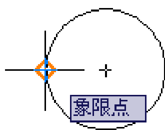


图 4-9　捕捉象限点

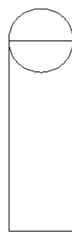


图 4-10　绘制矩形

（3）绘制触点符号。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把$\phi 5$ 圆以其圆心为复制基准点，矩形 5×(−15)下边中点为复制目标点进行复制，效果如图 4-11 所示。

（4）排布电气符号。单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 5×(−15)和$\phi 5$ 圆向下方移动距离 20，效果如图 4-12 所示。

（5）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把$\phi 5$ 圆向下方移动距离 10，效果如图 4-13 所示。

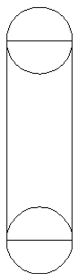


图 4-11　复制圆



图 4-12　移动矩形和圆



图 4-13　移动圆

（6）绘制接线。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 4-14 所示象限点，端点在如图 4-15 所示象限点的连线，效果如图 4-16 所示。

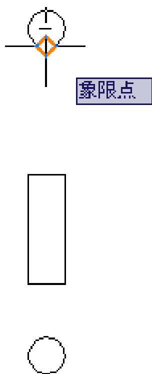


图 4-14　捕捉起点

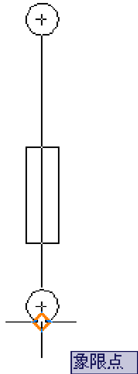


图 4-15　捕捉端点

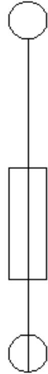


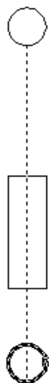
图 4-16　绘制直线

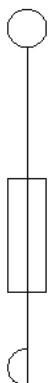
（7）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以如图 4-17 虚线所示直线为修剪边，修剪掉光标所示圆弧，结果如图 4-18 所示。

（8）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，按命令行的提示绘制直线。

```
命令: _line
指定第一点: （捕捉如图 4-19 所示端点）
指定下一点或 [放弃(U)]: @0,-15（按相对坐标输入端点）
指定下一点或 [放弃(U)]: @0,-50
指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]:（按〈Enter〉键）
```

结果如图 4-20 所示。


图 4-17　指示修剪边


图 4-18　修剪圆弧

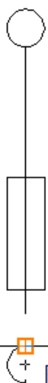


图 4-19　捕捉端点


图 4-20　绘制直线

（9）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，以如图 4-21 所示端点为旋转中心，把虚线所示的直线逆时针旋转 30°，结果如图 4-22 所示。

（10）绘制电动机符号。单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制ϕ20 圆，效果如图 4-23 所示。

（11）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把ϕ20 圆以其上边象限点为移动基准点，以图 4-24 所示端点为移动目标点进行移动，效果如图 4-25 所示。

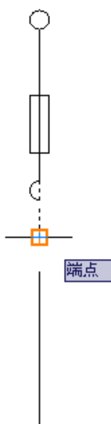
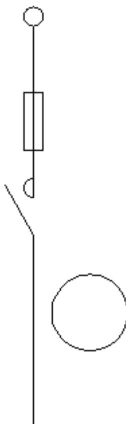


图 4-21　捕捉端点


图 4-22　旋转直线


图 4-23　绘制圆

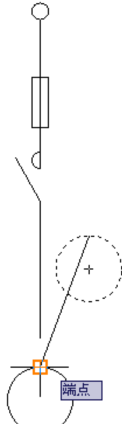
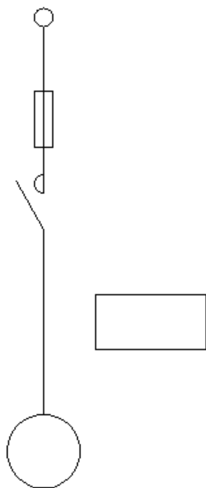


图 4-24　捕捉端点

（12）绘制热继电器符号。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 30×15 的矩形，效果如图 4-26 所示。

（13）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 30×15 以其下边中点为移动基准点，以图 4-27 所示象限点为移动目标点进行移动，效果如图 4-28 所示。


图 4-25　移动圆


图 4-26　绘制矩形

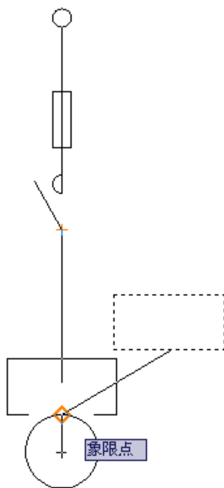
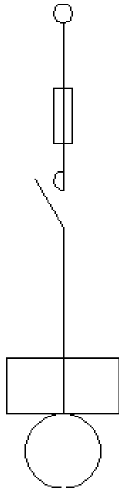


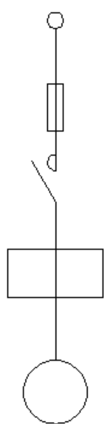
图 4-27　捕捉端点


图 4-28　对正矩形

（14）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 30×15 向上方移动距离 20，效果如图 4-29 所示。

（15）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 4-30 所示交点的尺寸为(−10)×5 的矩形，效果如图 4-31 所示。

（16）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形(−10)×5 向上方移动距离 5，效果如图 4-32 所示。


图 4-29　移动矩形

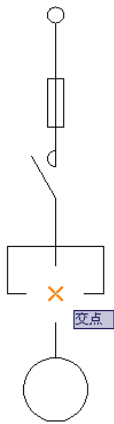
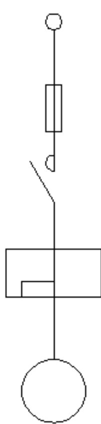
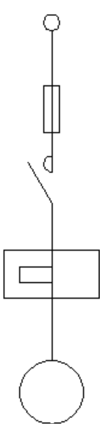


图 4-30　捕捉交点

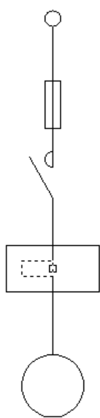

图 4-31　绘制矩形

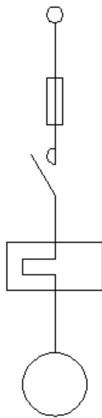

图 4-32　移动矩形

（17）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 4-33 所示矩形(−10)×5 为修剪边，修剪掉光标所示的线头，结果如图 4-34 所示。

（18）标注各种符号的文字代号。单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮 A，在 ϕ20 圆中标注文字“M”，表示电动机，结果如图 4-35 所示。

（19）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把文字在元器件旁边各复制一份，效果如图 4-36 所示。


图 4-33　指示修剪边


图 4-34　修剪直线段

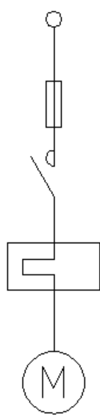


图 4-35　标注文字

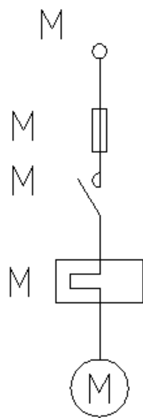


图 4-36　复制文字

（20）双击文字，在屏幕出现的“多行文字编辑器”面板中把文字改成各个元器件的代号，效果如图 4-37 所示。

4.4.2　三线

绘制步骤如下。

（1）排布图形的基本内容。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 4-38 虚线所示图形向右复制一份，复制距离为 12，效果如图 4-39 所示。

（2）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 4-38 虚线所示图形向左复制一份，复制距离为 12，效果如图 4-40 所示。

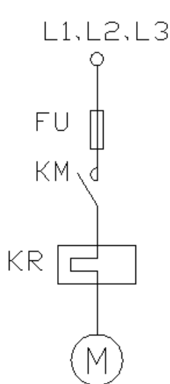


图 4-37　修改文字

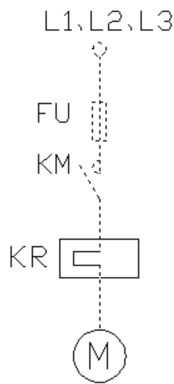


图 4-38　选择图形

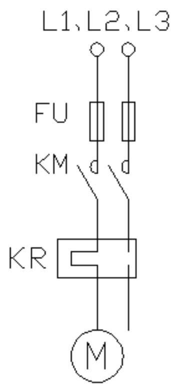


图 4-39　向右复制图形

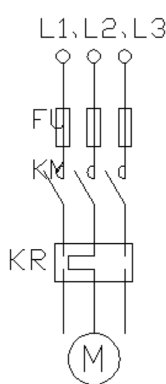


图 4-40　向左复制图形

（3）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，适当调整各条文字的位置，与元器件



位置相符，效果如图 4-41 所示。

（4）绘制新的连线。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在电动机符号圆心，端点在@30<135 的直线，效果如图 4-42 所示。

（5）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以过电动机符号圆心，垂直向下的直线为对称轴，把斜线对称复制一份，效果如图 4-43 所示。

（6）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 4-44 虚线所示矩形为修剪边，修剪掉光标所示的两边线头，结果如图 4-45 所示。

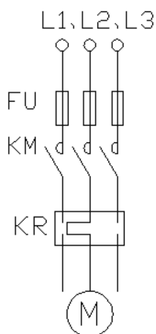


图 4-41 调整文字的位置

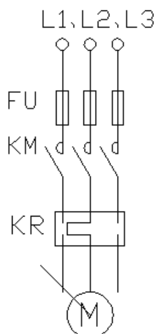


图 4-42 绘制斜线

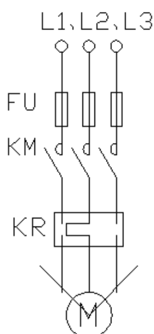


图 4-43 对称复制斜线

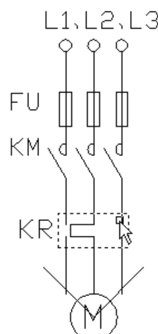


图 4-44 指示修剪边

（7）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 4-46 虚线所示矩形为修剪边，修剪掉光标所示的两边线头，结果如图 4-47 所示。

（8）单击“修改”面板中的“打断”命令按钮，把如图 4-48 所示直线从光标位置以下打断，结果如图 4-49 所示。

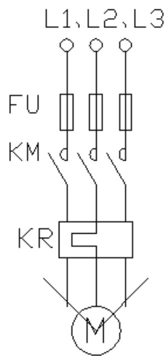


图 4-45 修剪图形

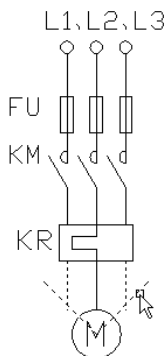


图 4-46 准备修剪

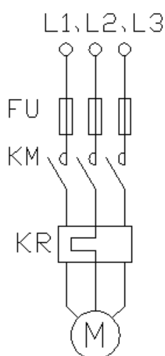


图 4-47 修剪线头

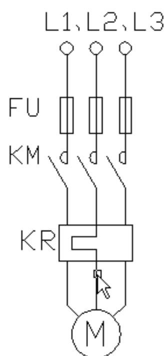


图 4-48 捕捉打断位置

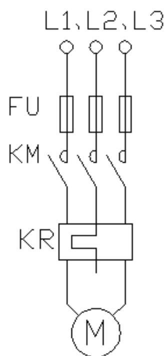


图 4-49 打断直线

4.5 电动机控制电路图



制作思路

电动机控制电路图是原理图，它是由在供电线路图上添加控制电路构成的。

绘制步骤如下。

（1）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把中间 3 个元器件的符号移动到右边，效果如图 4-50 所示。

（2）双击文字“FU”，在屏幕出现的“多行文字编辑器”面板中把文字“FU”改成“FU1”，效果如图 4-51 所示。

（3）绘制中性线。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 4-52 虚线所示图形向左复制一份，效果如图 4-53 所示。

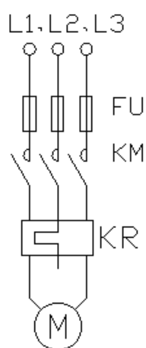


图 4-50　移动符号

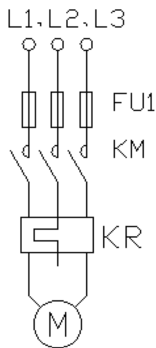


图 4-51　修改文字

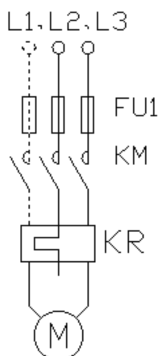


图 4-52　选择线条

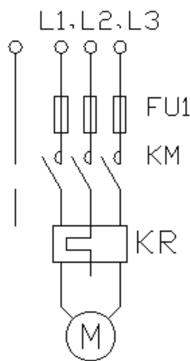


图 4-53　复制图形

（4）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把如图 4-54 选择的直线垂直向下拉长，效果如图 4-55 所示。

（5）绘制控制线路的引入线。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 4-56 虚线所示图形向左复制一份，效果如图 4-57 所示。

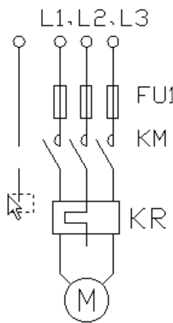


图 4-54　选择图形

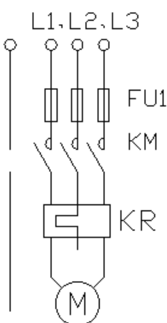


图 4-55　拉长直线

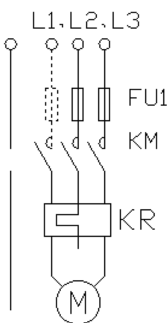


图 4-56　选择图形

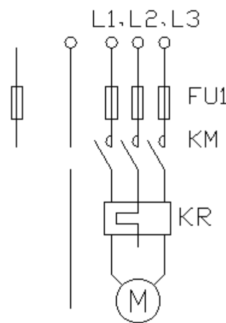


图 4-57　复制图形

（6）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把如图 4-58 虚线所示的直线以端点为拉长起点，以图 4-59 所示垂足为拉长终点垂直向下拉长，效果如图 4-60 所示。

（7）绘制第一个开关符号。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 4-61 所示端点，水平向右，长度为 10 的直线，效果如图 4-62 所示。



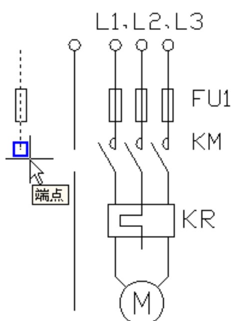


图 4-58　捕捉端点

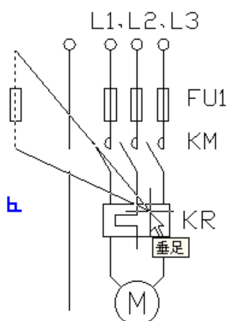


图 4-59　捕捉垂足

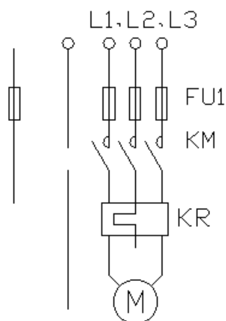


图 4-60　拉长直线

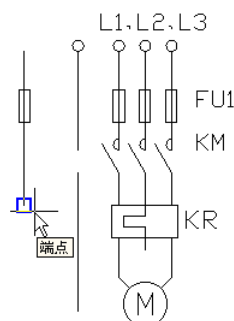


图 4-61　捕捉端点

（8）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制演示中的折线。

命令: _line 指定第一点:（选择图 4-63 中所示的点）
指定下一点或 [放弃(U)]: @0,-10
指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]: @-20,0
指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]:（按〈Enter〉键）

效果如图 4-64 所示。

（9）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 4-65 所示端点，终点在（@20<60）的直线，效果如图 4-66 所示。

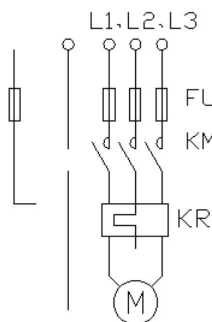


图 4-62　绘制水平直线

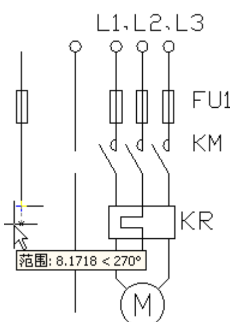


图 4-63　选择演示中的点

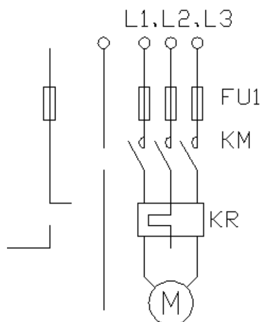


图 4-64　绘制折线

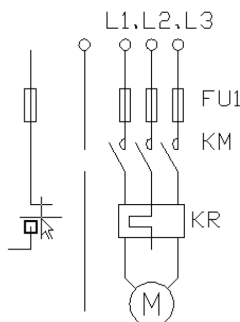


图 4-65　捕捉端点

（10）绘制控制线路与主电路的接线。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 4-67 和图 4-68 所示最近点和垂足的连线，效果如图 4-69 所示。

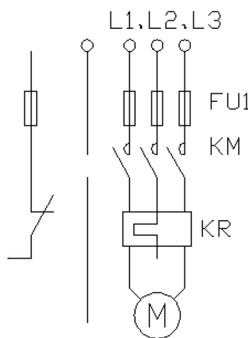


图 4-66　绘制斜线

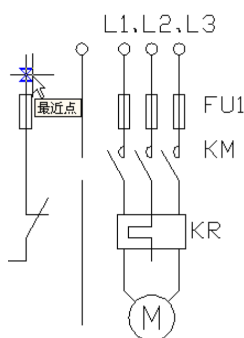


图 4-67　捕捉最近点

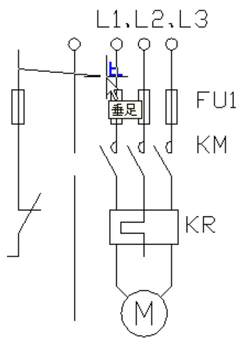


图 4-68　捕捉垂足

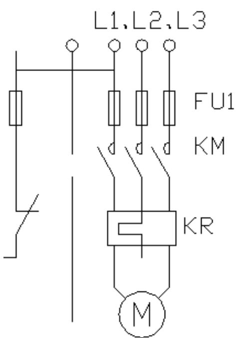


图 4-69　绘制直线

（11）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 4-70 虚线所示直线为修剪边，修剪掉光标所示的线头，结果如图 4-71 所示。

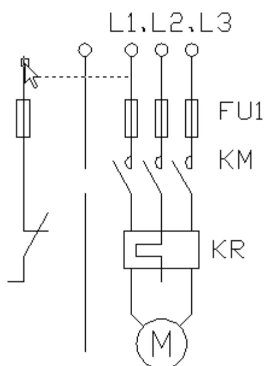


图 4-70　指示修剪边

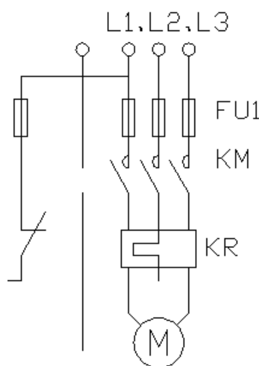


图 4-71　修剪线头

（12）绘制关联线。单击“图层特性”命令按钮，设置如图 4-72 所示使用蓝色短画线的图层“1”，然后单击“置为当前”按钮，使其转为当前绘图图层。

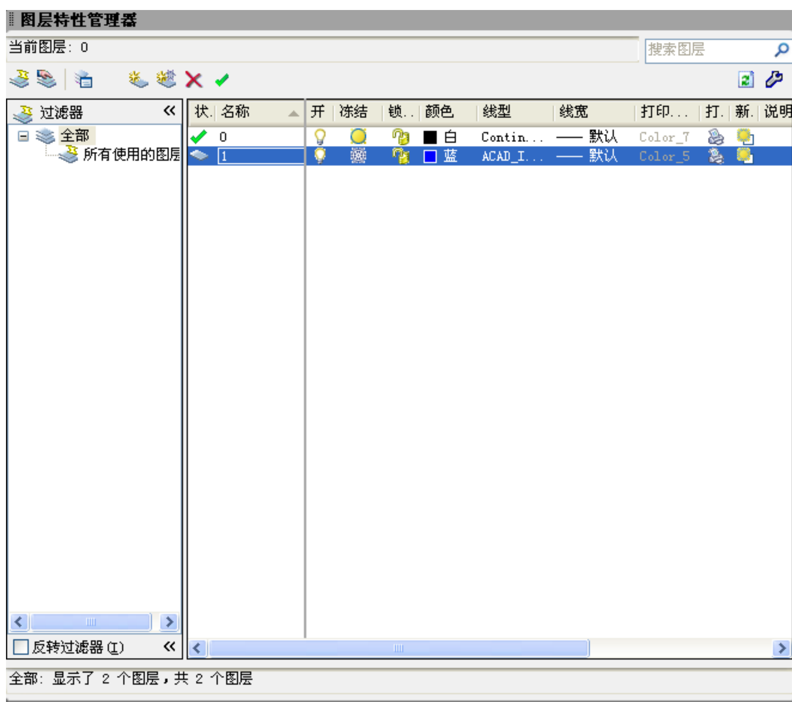


图 4-72　设置图层

（13）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，按命令行的提示绘制直线。

命令: _line
指定第一点: （捕捉如图 4-73 所示的点）
指定下一点或 [放弃(U)]: （捕捉如图 4-74 所示的点）



指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]:（按〈Enter〉键）

结果如图 4-75 所示。

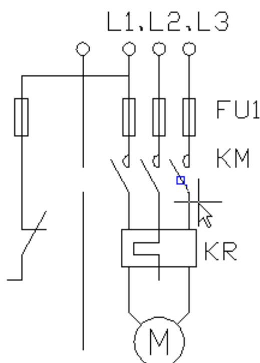


图 4-73　捕捉端点

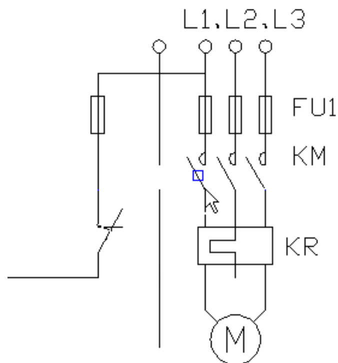


图 4-74　捕捉终点

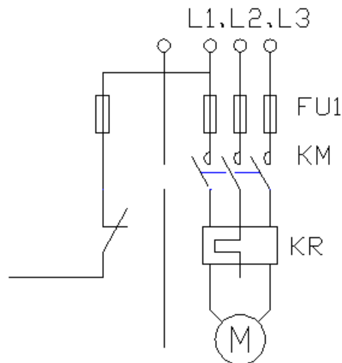


图 4-75　绘制直线

（14）绘制线圈符号。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 4-76 所示端点为复制基准点，以图 4-77 所示的端点为复制目标点，把虚线所示的矩形复制一份，效果如图 4-78 所示。

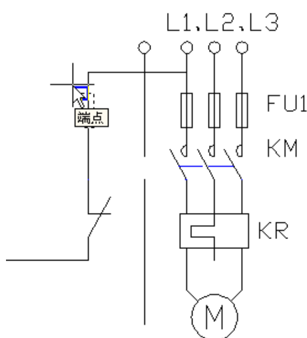


图 4-76　捕捉复制基准点

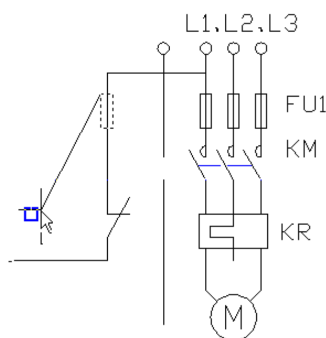


图 4-77　捕捉复制目标点

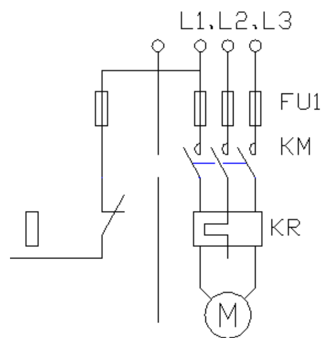


图 4-78　复制矩形

（15）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 4-79 所示端点为复制基准点，以图 4-80 所示的端点为复制目标点，把虚线所示的矩形复制一份，效果如图 4-81 所示。

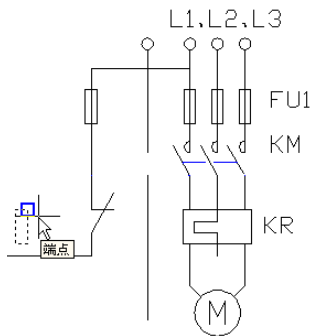


图 4-79　捕捉复制基准点

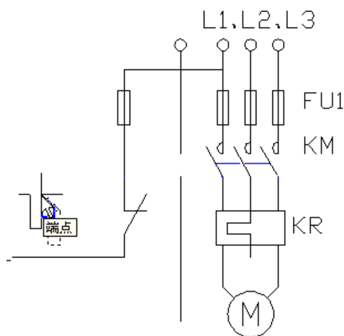


图 4-80　捕捉复制目标点

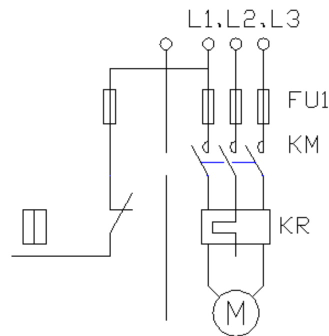


图 4-81　复制矩形



（16）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以所复制的两个矩形为修剪边，修剪掉它们重合的边，结果如图 4-82 所示。

（17）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，在如图 4-83 所示的开关处，绘制如图 4-84 所示的直线和如图 4-85 所示的折线，完成开关的绘制。

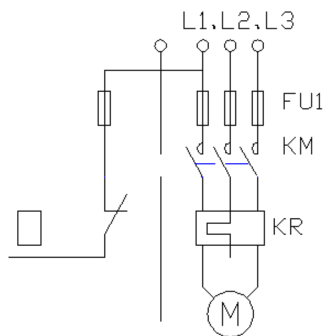


图 4-82　剪去矩形的边

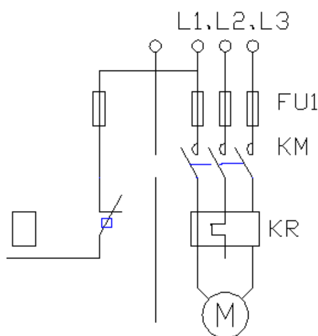


图 4-83　选择的开关

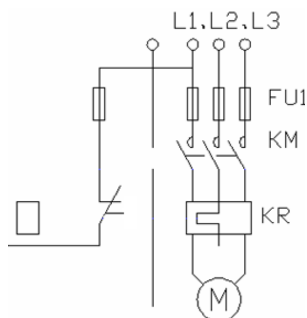


图 4-84　绘制的直线

（18）绘制线圈的接入线。如图 4-86 所示，在“图层”面板中的“图层控制”下拉列表框中选择“0”图层，使其转入现役图层。

（19）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制过如图 4-87 所示中点的直线，效果如图 4-88 所示，适当调整直线的位置，效果如图 4-89 所示。

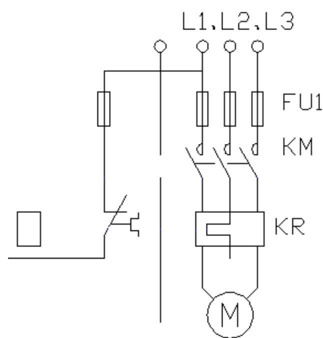


图 4-85　绘制的折线



图 4-86　选择“0”图层

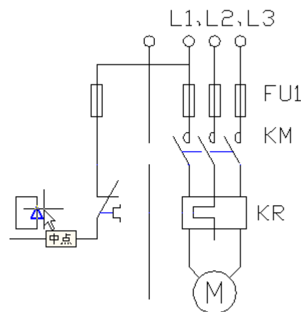


图 4-87　捕捉中点

（20）绘制线圈左边的常开开关。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，按命令行的提示绘制折线。

```
命令: _line
指定第一点: （捕捉如图 4-90 所示的中点）
指定下一点或 [放弃(U)]: @-15,0
指定下一点或 [放弃(U)]: @10<210
指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]: （按〈Enter〉键）
```

结果如图 4-91 所示。



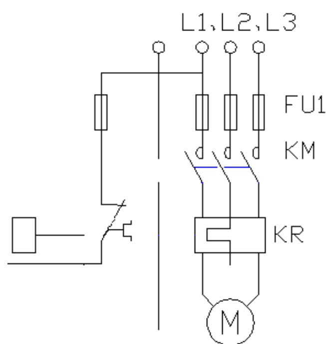


图 4-88　绘制直线

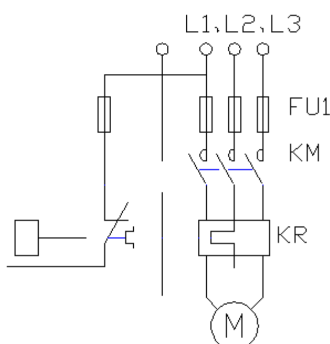


图 4-89　调整直线后的位置

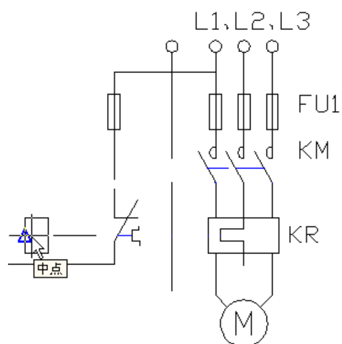


图 4-90　捕捉中点

（21）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 4-92 所示向左延长线上距离 10 的点，长度为 15 的直线，结果如图 4-93 所示。

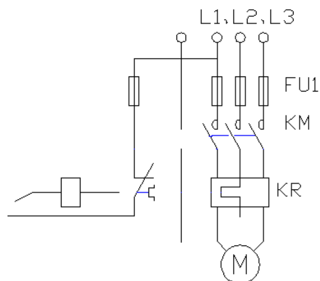


图 4-91　绘制折线

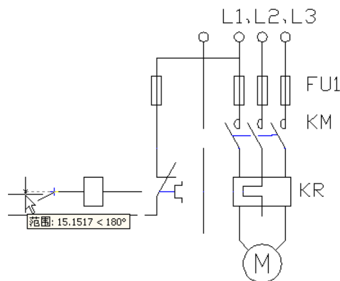


图 4-92　绘制直线起点的位置

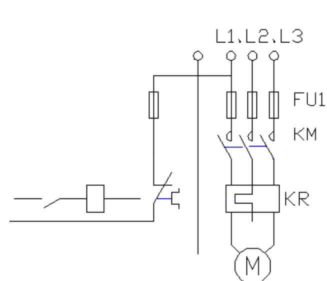


图 4-93　绘制直线

（22）绘制另外一个常闭开关。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 4-94 所示端点为复制基准点，以图 4-95 所示端点为复制目标点，把虚线所示的图形向左复制一份，效果如图 4-96 所示。

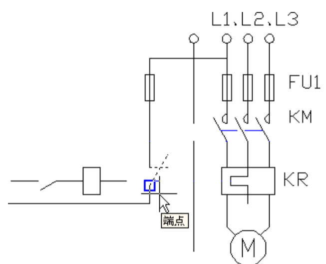


图 4-94　捕捉复制基准点

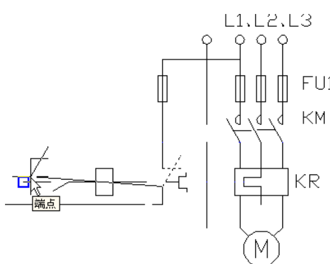


图 4-95　捕捉复制目标点

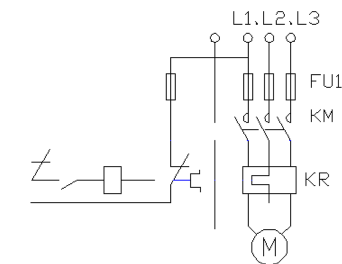


图 4-96　复制图形

（23）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，以图 4-95 所示端点为旋转中心，把复制得到的图形逆时针旋转 90°，效果如图 4-97 所示。

（24）绘制开关之间的连线。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 4-98 所示端点和如图 4-99 所示垂足之间由水平直线和垂直直线组成的折线，效果如图 4-100 所示。



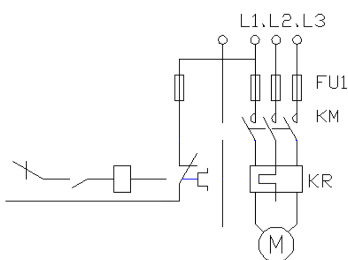


图 4-97　旋转图形

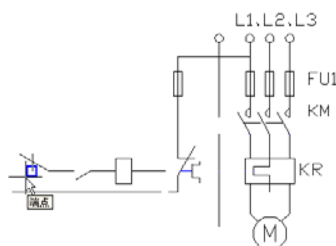


图 4-98　捕捉端点

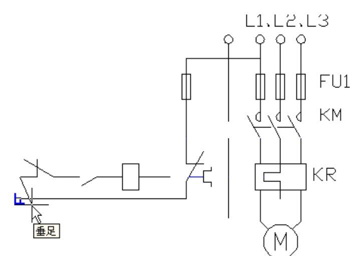


图 4-99　捕捉垂足

（25）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 4-101 虚线所示直线为修剪边，修剪掉光标所示的线头，结果如图 4-102 所示。

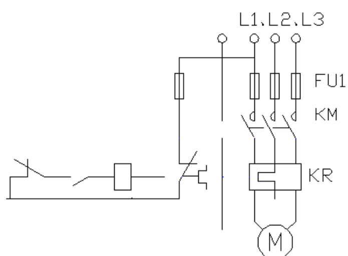


图 4-100　绘制折线

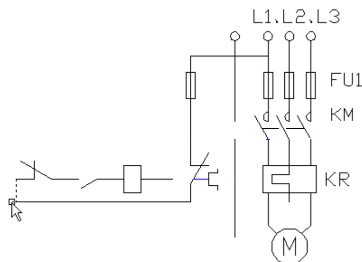


图 4-101　捕捉修剪边

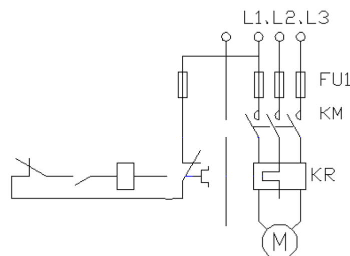


图 4-102　修剪图形

（26）设置一个常开开关。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 4-103 虚线所示图形向右上角复制一份，效果如图 4-104 所示。

（27）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以复制的水平直线为对称轴，把如图 4-105 光标所示的斜线对称复制一份，并删除源对象，效果如图 4-106 所示。

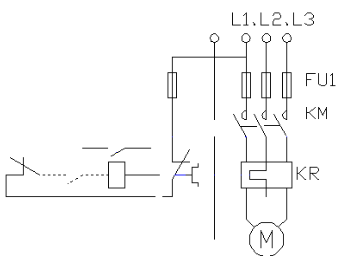


图 4-103　指示图形

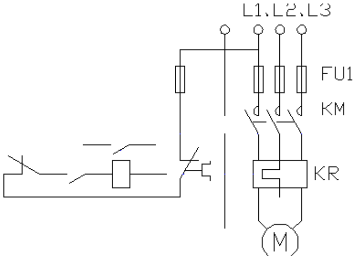


图 4-104　复制图形

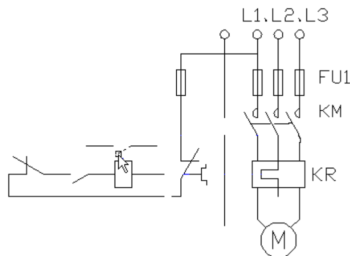


图 4-105　选择图形

（28）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 4-107 所示端点和如图 4-108 所示垂足之间由水平直线和垂直直线组成的折线。按命令行的提示操作。

```
命令: _line
指定第一点: （捕捉端点）
指定下一点或 [放弃(U)]: @0,15
指定下一点或 [放弃(U)]: @-60,0
指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]: （捕捉垂足）
```



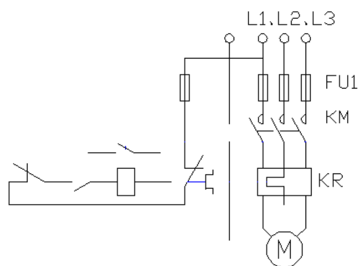


图 4-106　对称复制图形

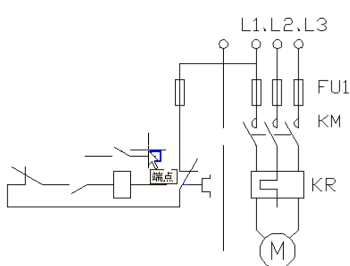


图 4-107　选择端点

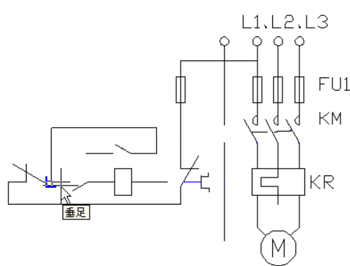


图 4-108　选择垂足

效果如图 4-109 所示。

（29）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 4-110 所示最近点和如图 4-111 所示垂足之间的连线，效果如图 4-112 所示。

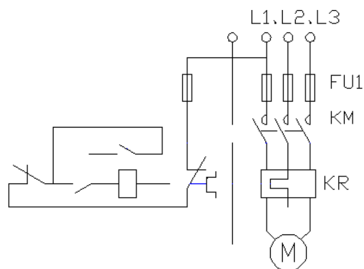


图 4-109　绘制折线

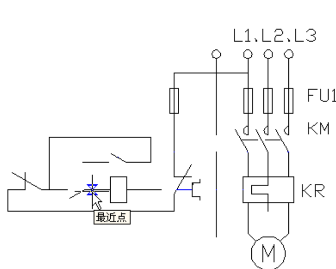


图 4-110　捕捉起点

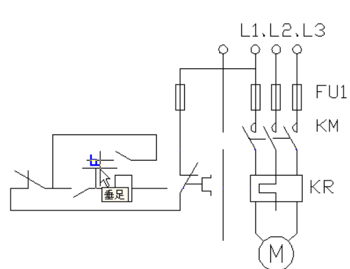


图 4-111　捕捉垂足

（30）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以如图 4-113 虚线所示直线为修剪边，修剪光标所示的线头，结果如图 4-114 所示。

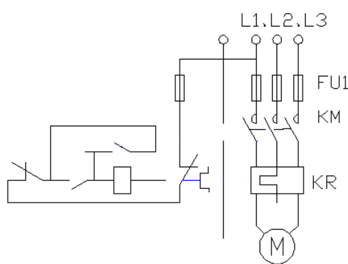


图 4-112　绘制直线

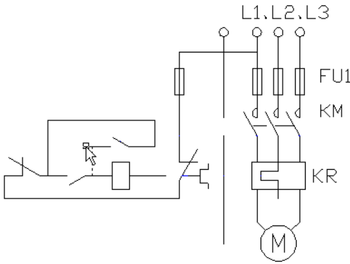


图 4-113　指示修剪边

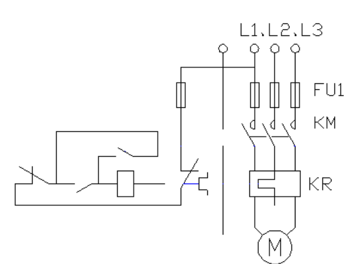


图 4-114　修剪图形

（31）绘制按钮的触点符号。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，在图 4-115 十字光标所示位置绘制按钮头，效果如图 4-116 所示。

（32）删除如图 4-116 所示的直线，单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，以图 4-117 所示的端点为起点，绘制接触器线圈到中性线的折线，效果如图 4-118 所示。

（33）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把按钮头符号向右复制到另一个按钮符号下边，效果如图 4-119 所示。

（34）在“特性”面板中选择“蓝色”，选择如图 4-120 所示的线型，单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 4-121 所示光标的点和如图 4-122 所示的光标的点之间的连线，效果如图 4-123 所示。

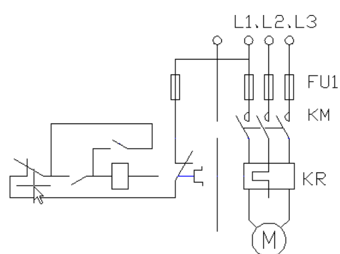


图 4-115　绘制按钮头位置

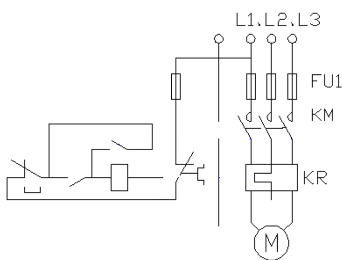


图 4-116　绘制按钮头

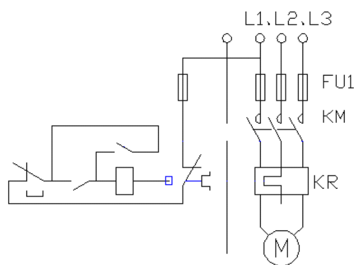


图 4-117　捕捉端点

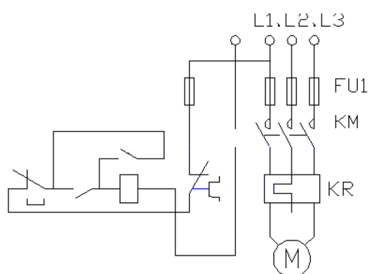


图 4-118　绘制中性线连线

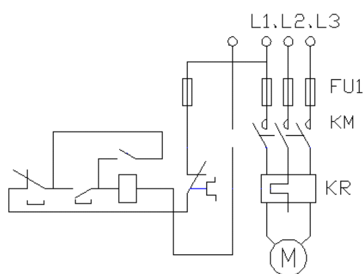


图 4-119　复制按钮头

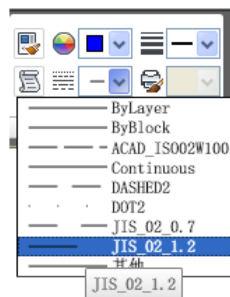


图 4-120　选择的颜色和线型

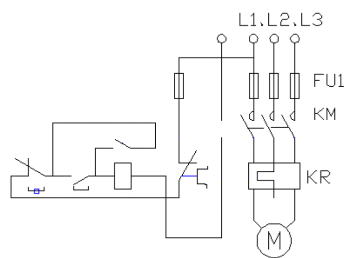


图 4-121　捕捉点

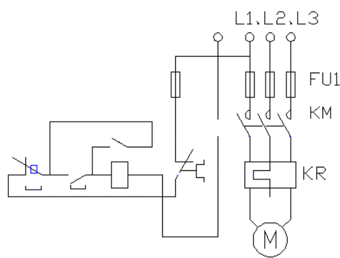


图 4-122　捕捉延伸线上的点

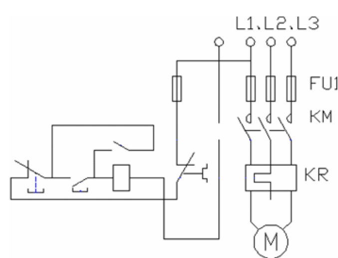


图 4-123　绘制左边连线

（35）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，参照步骤 34 绘制右边按钮符号下的连线，效果如图 4-124 所示。

（36）设置连线上的连接点。单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制圆心在如图 4-125 所示交点的ϕ0.5 圆，效果如图 4-126 所示。

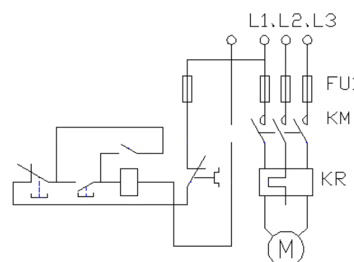


图 4-124　绘制右边连线

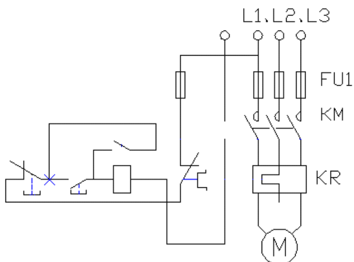


图 4-125　指示交点

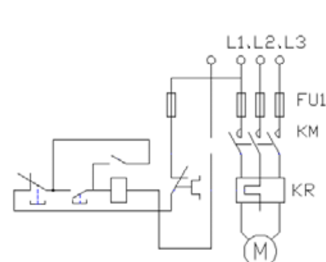


图 4-126　绘制节点圆



（37）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制圆心在如图 4-127 所示交点的 ϕ0.5 圆，效果如图 4-128 所示。

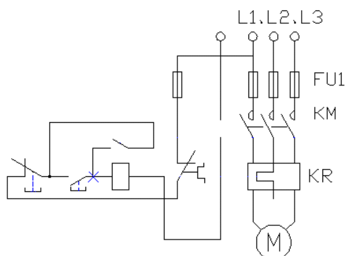


图 4-127　再次指示交点

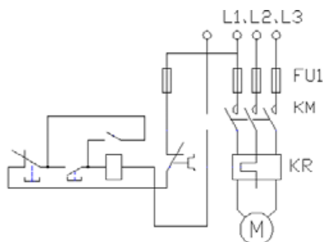


图 4-128　再次绘制节点圆

（38）单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，屏幕出现“图案填充和渐变色”面板，按如图 4-129 所示填上参数，使用黑色细实线给两个节点圆打上剖面线，效果如图 4-130 所示。

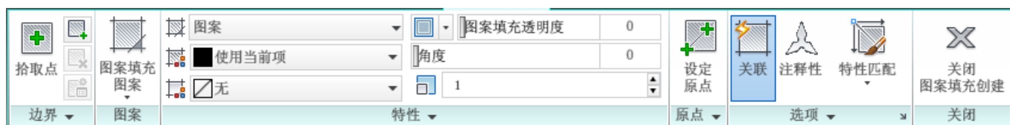


图 4-129　“图案填充和渐变色”面板

（39）修整线头。单击“修改”面板中的“直线”命令按钮，把如图 4-131 光标所示位置以上的线头连接，效果如图 4-132 所示。

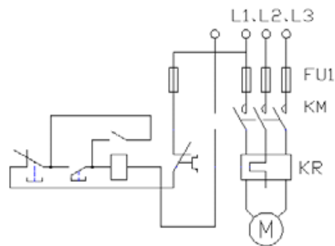


图 4-130　填充节点圆

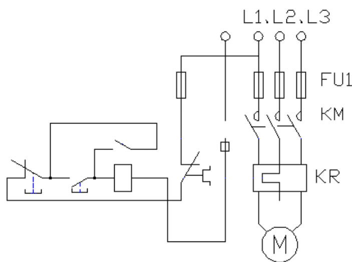


图 4-131　捕捉打断位置

（40）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，在左边熔断器旁边撰写符号“FU2”，常闭按钮旁边写上“S2”，常开按钮旁边写上“S1”，中性线上面写上“N”，效果如图 4-133 所示。

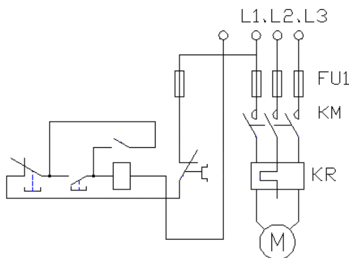


图 4-132　连接直线

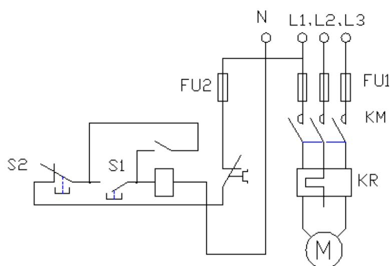


图 4-133　撰写文字

4.6　电动机控制接线图



制作思路

电动机控制接线图指示电路中各个元器件之间是如何通过导线相互连接的，用于现场施工和线路检修，要求绘制出元器件和主电路。

绘制步骤如下。

（1）绘制接线排。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 30×10 的矩形，效果如图 4-134 所示。

（2）单击“修改”面板中的“分解”命令按钮，把矩形 30×10 的 4 条边分解成 4 条直线。

（3）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把矩形 30×10 左右两边向内偏移复制一份，复制距离为 10，效果如图 4-135 所示。



图 4-134　绘制矩形



图 4-135　偏移复制直线

（4）单击“实用程序”面板中的“复制剪裁”按钮和“粘贴”按钮，从以前绘制过的图形中复制需要的元器件符号，如图 4-136 所示。

（5）绘制线头。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以矩形 30×10 一条垂直边的上端点为复制基准点，以图 4-137 所示中点为复制目标点，把该边复制一份，效果如图 4-138 所示。

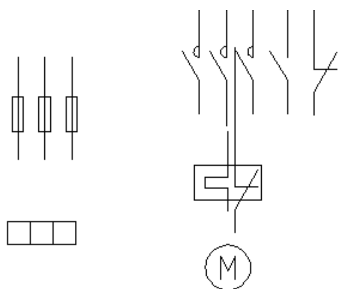


图 4-136　粘贴元器件

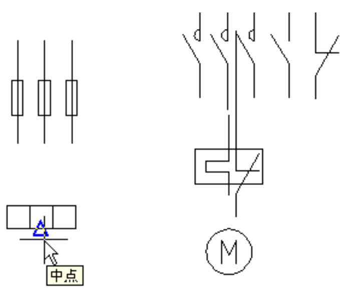


图 4-137　捕捉中点

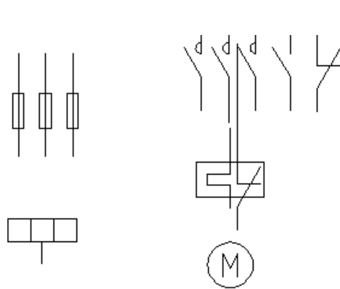


图 4-138　复制边

（6）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把刚才复制的边向两边偏移复制一份，复制距离为 10，效果如图 4-139 所示。

（7）连接导线。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，以图 4-140 所示端点为起点，以图 4-141 所示水平向左、垂直向上绘制连线，效果如图 4-142 所示。

（8）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以过图 4-143 所示中点的水平直线为



对称轴，把虚线所示的线条对称复制一份，效果如图 4-144 所示。

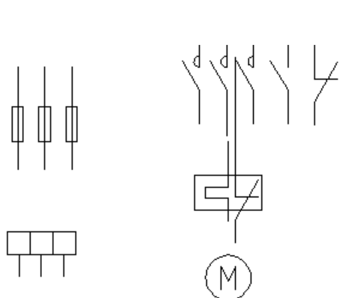


图 4-139　偏移复制图形

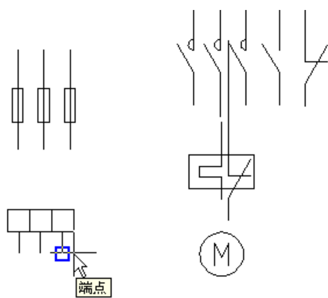


图 4-140　捕捉端点

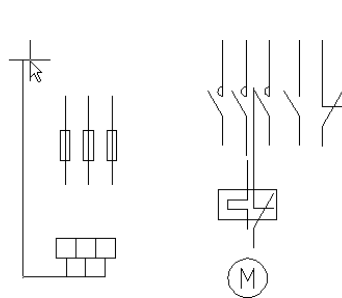


图 4-141　牵拉线条

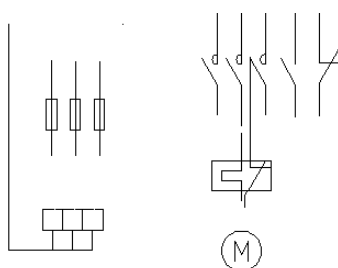


图 4-142　绘制导线

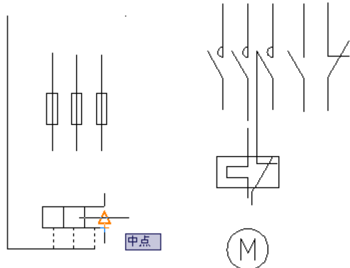


图 4-143　捕捉中点

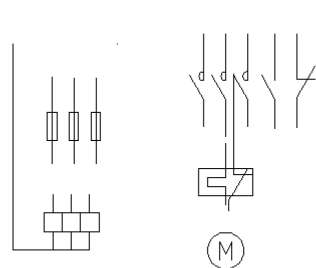


图 4-144　镜像复制图形

（9）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，以图 4-145 所示端点为起点，如图 4-146 所示水平向左、垂直向上、水平向右绘制连线，终点是所示的垂足，效果如图 4-147 所示。

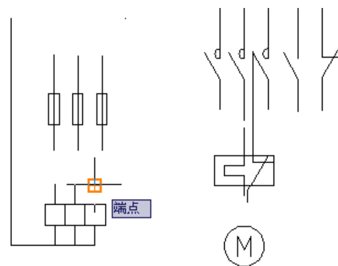


图 4-145　捕捉端点

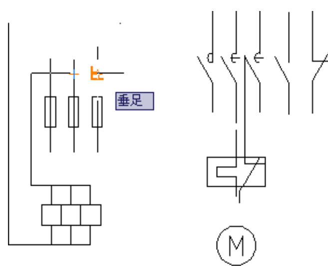


图 4-146　捕捉垂足

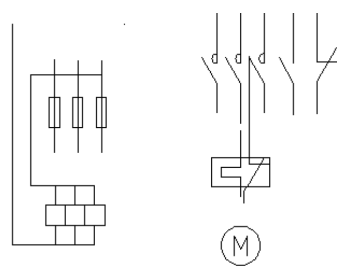


图 4-147　绘制连线

（10）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 4-148 虚线所示直线为修剪边，修剪掉它上边的线头，结果如图 4-149 所示。

（11）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，以图 4-150 所示端点为起点，如图 4-151 所示水平向右、垂直向上、水平向右绘制连线，终点是所示的垂足，如图 4-152 所示。

（12）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 4-152 虚线所示直线为修剪边，修剪掉它上边的线头，结果如图 4-153 所示。

（13）单击“图层”面板中的“图层特性”命令按钮，设置如图 4-154 所示使用褐色



短画线的第 3 个图层“2”。

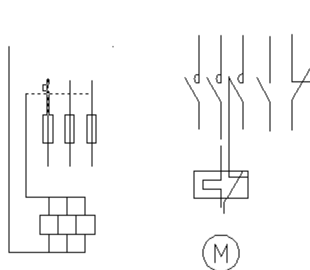


图 4-148 捕捉修剪边

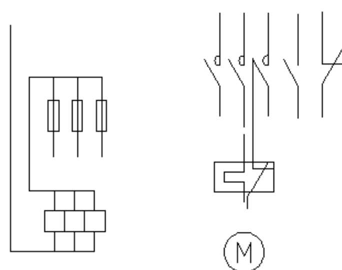


图 4-149 修剪线条

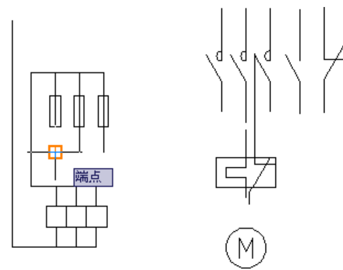


图 4-150 捕捉端点

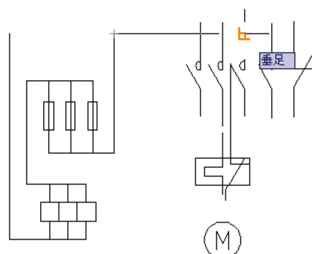


图 4-151 捕捉垂足

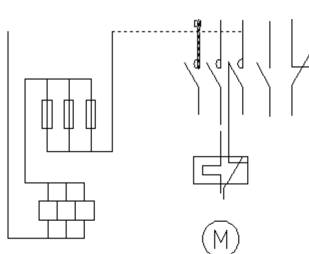


图 4-152 捕捉修剪边

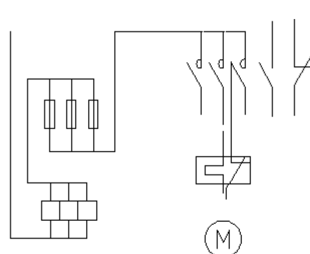


图 4-153 修剪线头

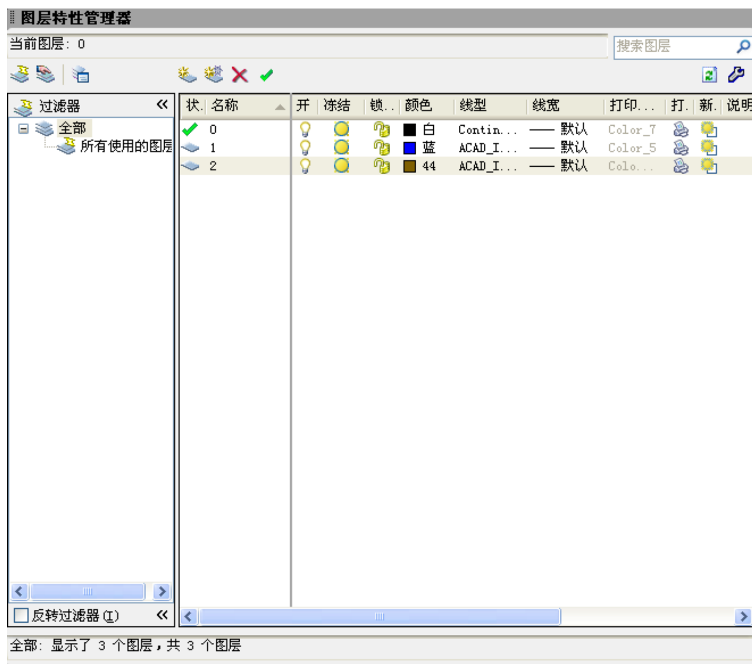


图 4-154 设置图层

（14）绘制主触点的功能框。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮▭，绘制起点在如图 4-155 所示三相触点接触器符号左下角，终点在光标所示位置的矩形，效果如图 4-156 所示。



（15）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以矩形框为修剪边，修剪掉如图 4-157 所示的若干线头，结果如图 4-158 所示。

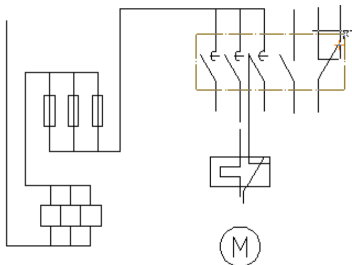


图 4-155　确定起点和终点

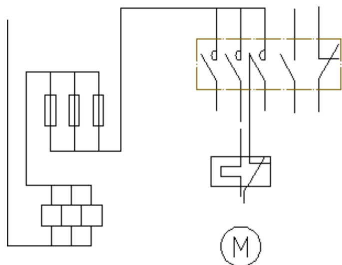


图 4-156　绘制矩形框

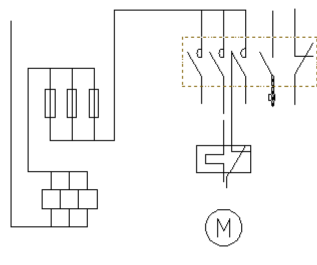


图 4-157　捕捉线头

（16）在命令行窗口输入命令“lengthen”，按命令行的提示把修剪后的线头拉长 5，结果如图 4-159 所示。

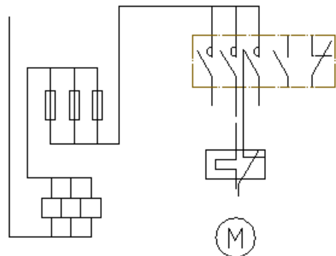


图 4-158　修剪线头

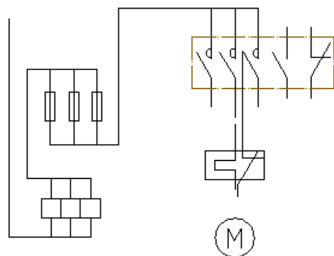


图 4-159　拉长线头

（17）绘制连接主触点的导线。如图 4-160 所示，在“图层”面板中“图层控制”下拉列表中选择“0”图层，使其转入绘图图层。



图 4-160　转换图层

（18）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 4-161 所示端点，终点在如图 4-162 所示端点的直线，效果如图 4-163 所示。

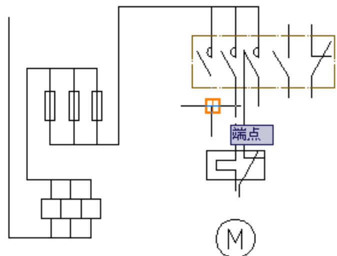


图 4-161　捕捉起点

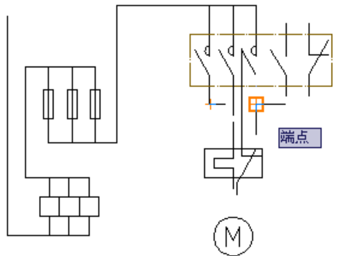


图 4-162　捕捉终点

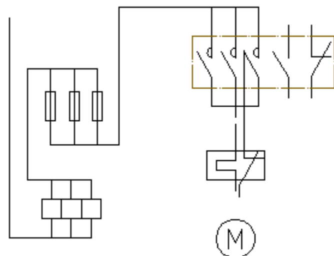


图 4-163　绘制直线

（19）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以热继电器符号的矩形边框为修剪边，修剪掉它外边的线头，结果如图 4-164 所示。

（20）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，把热继电器符号矩形边框内右边按键的线头拉长 5，结果如图 4-165 所示。

（21）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以如图 4-166 所示虚线矩形边框为延伸边界线，延伸光标指示的直线，效果如图 4-167 所示。

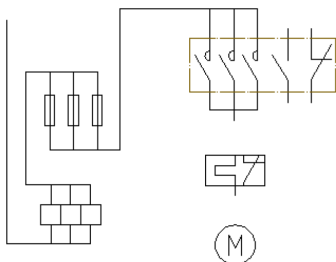


图 4-164　修剪图形

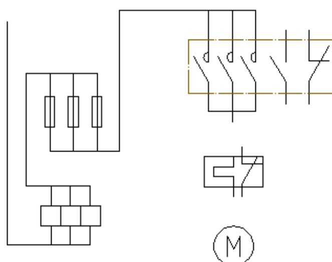


图 4-165　拉长线头

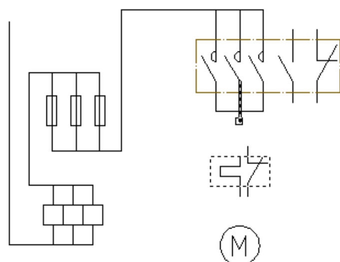


图 4-166　捕捉延伸直线

（22）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以图 4-168 所示虚线圆为延伸边界线，延伸光标指示的直线，效果如图 4-169 所示。

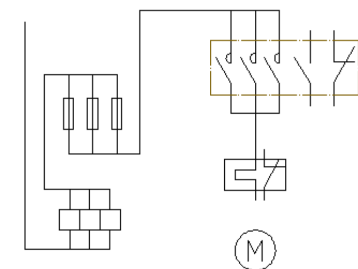


图 4-167　延伸直线

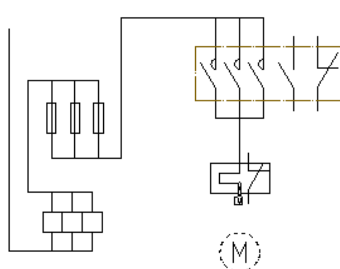


图 4-168　捕捉延伸边界

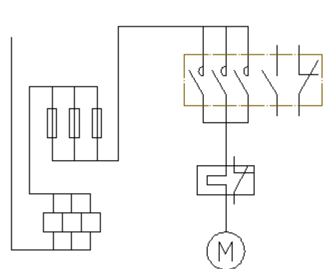


图 4-169　延伸电动机引线

（23）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮 A，在主触点符号、热继电器符号旁边标注这些符号的代号，结果如图 4-170 所示。

（24）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮 A，在接入导线旁边标注文字，表示导线的型号，结果如图 4-171 所示。

（25）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，以适当位置的点为旋转中心，把导线的型号文字旋转 90°，结果如图 4-172 所示。

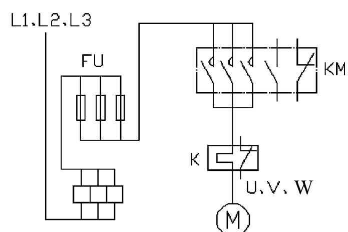


图 4-170　标注文字

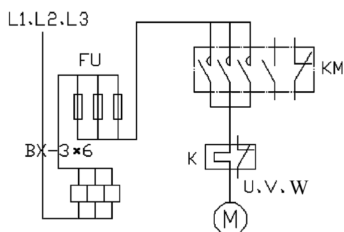


图 4-171　标注导线型号

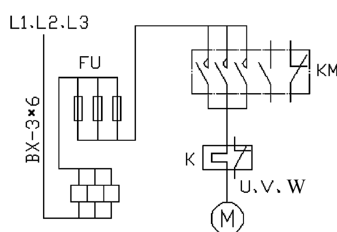


图 4-172　旋转文字



（26）绘制指引线的箭头。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制导线型号文字下边的导线指引线，结果如图 4-173 所示。

（27）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制导线型号文字下边指引线的箭头，结果如图 4-174 所示。

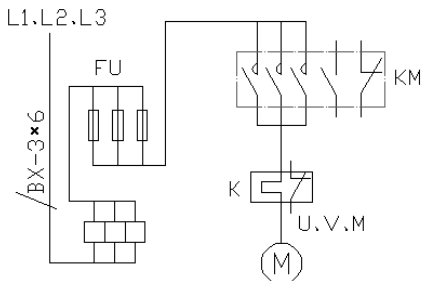


图 4-173　绘制指引线

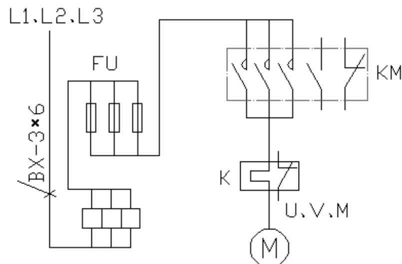


图 4-174　绘制箭头

（28）参考上面主接入导线型号文字的写法，标注端子排上的指示文字“X、1、2、3”，结果如图 4-175 所示。

（29）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，在正交状态下适当调整图形之间的间距和位置，使整个图形整洁紧凑，结果如图 4-176 所示。

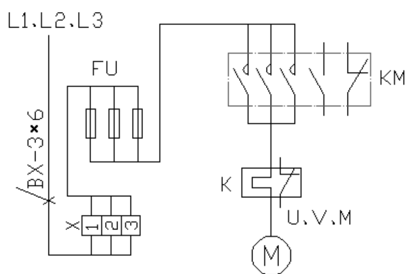


图 4-175　撰写端子排的文字

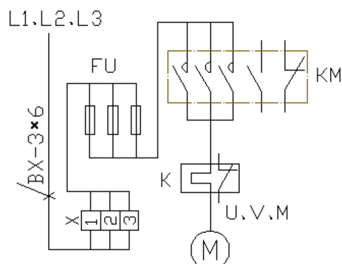


图 4-176　修整图形

4.7　设备元器件表



制作思路

电气线路图中使用的各种元器件都要造册登记，详细标明名称、型号和参数，构成设备元件表，便于采购部门安排进货，也便于财务部门核算成本。它是电气工程图的重要组成部分。可以使用“表格”绘制命令绘制表格，然后逐一添加内容，完成整个表格。

绘制步骤如下。

（1）单击“注释”面板中的“表格”命令按钮，屏幕出现如图 4-177 所示“插入表格”对话框，准备绘制一个 8 列 6 行的表格，列宽 100，行高 4。

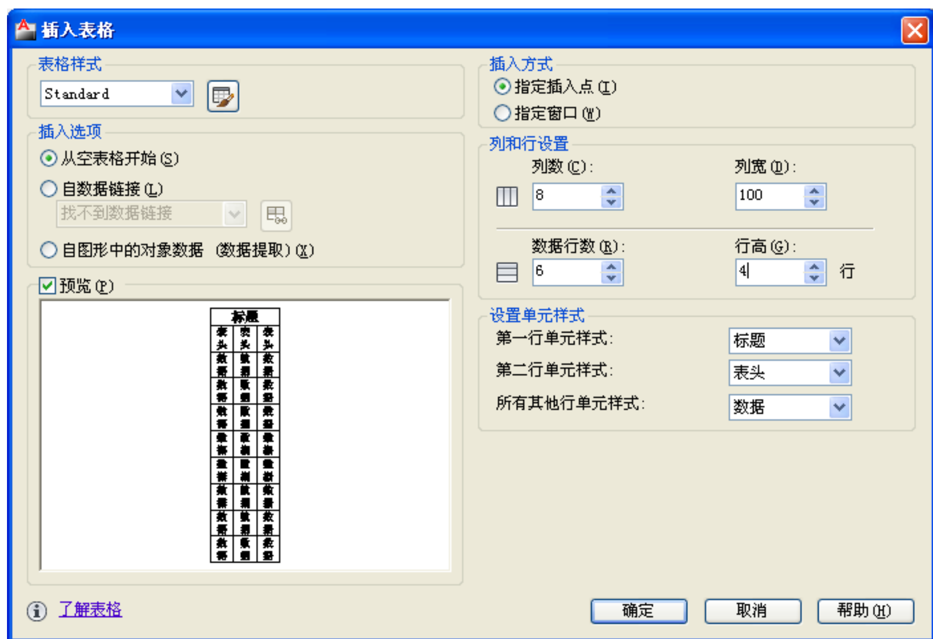


图 4-177 “插入表格”对话框

单击“确定”按钮，屏幕出现设置好的表格和“多行文字编辑器”面板，如图 4-178 所示，可以在第一行输入文字了。

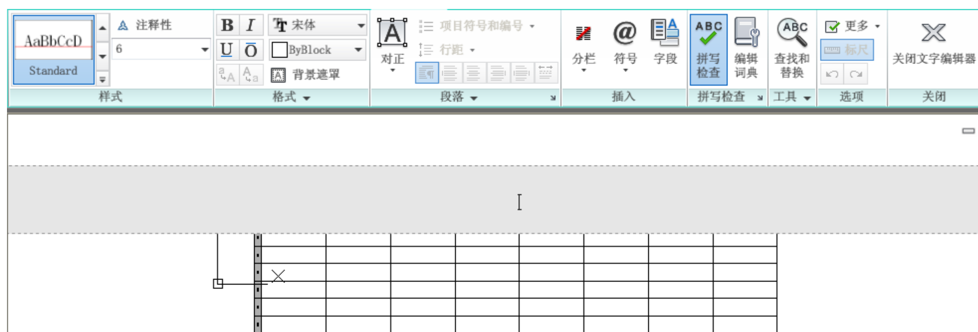


图 4-178 表格和“多行文字编辑器”面板

（2）在第一行输入文字“设备元器件表”之后按〈Enter〉键，即可输入第 2 行第 1 列中的文字，效果如图 4-179 所示。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	设 备 元 器 件 表							
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

图 4-179 输入第一行文字

（3）在第 2 行第 1 列中输入文字“序号”之后按〈Enter〉键，即可输入第 3 行第 1 列中的文字，效果如图 4-180 所示。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	设 备 元 器 件 表							
2	序号							
3	,							
4								
5								
6								
7								
8								

图 4-180　输入文字“序号”

（4）顺次输入第 1 列中的所有文字，单击“关闭文字编辑器”按钮，效果如图 4-181 所示。

设 备 元 器 件 表							
序号							
1							
2							
3							
4							
5							
6							

图 4-181　输入第 1 列文字

（5）双击第 2 列的第 1 行空格，如图 4-182 所示，即可输入文字。

设 备 元 器 件 表							
序 号							
1							
2							
3							
4							
5							
6							

图 4-182　双击空格

（6）顺次输入第 2 列中的所有文字，单击“关闭文字编辑器”按钮后即可完成，效果如图 4-183 所示。

设 备 元 器 件 表							
序 号	符 号						
1	M						
2	KM						
3	FU2						
4	FU1						
5	K						
6	S1 S2						

图 4-183　输入第 2 列文字

（7）参照第 2 列文字的输入方法，输入第 3 列文字，单击“关闭文字编辑器”按钮后即可完成，效果如图 4-184 所示。

设备元器件表							
序号	符号	名称					
1	M	异步电动机					
2	KM	交流接触器					
3	FU2	熔断器					
4	FU1	熔断器					
5	K	热继电器					
6	S1 S2	按钮					

图 4-184　输入第 3 列文字

（8）参照第 2 列文字的输入方法，输入第 4 列文字，单击“关闭文字编辑器”按钮后即可完成，效果如图 4-185 所示。

设备元器件表							
序号	符号	名称	型号				
1	M	异步电动机	Y				
2	KM	交流接触器	CJ10				
3	FU2	熔断器	RC1				
4	FU1	熔断器	RT0				
5	K	热继电器	JR3				
6	S1 S2	按钮	LA2				

图 4-185　输入第 4 列文字

（9）参照第 2 列文字的输入方法，输入第 5 列文字，单击“关闭文字编辑器”按钮后即可完成，效果如图 4-186 所示。

设备元器件表							
序号	符号	名称	型号	规格			
1	M	异步电动机	Y	300V, 15KW			
2	KM	交流接触器	CJ10	300V, 40A			
3	FU2	熔断器	RC1	250V, 1A			
4	FU1	熔断器	RT0	380V, 40A			
5	K	热继电器	JR3	40A			
6	S1 S2	按钮	LA2	250V, 3A			

图 4-186　输入第 5 列文字

（10）参照第 2 列文字的输入方法，输入第 6 列文字，单击“关闭文字编辑器”按钮后即可完成，效果如图 4-187 所示。

设备元器件表							
序号	符号	名称	型号	规格	单位		
1	M	异步电动机	Y	300V, 15KW	台		
2	KM	交流接触器	CJ10	300V, 40A	个		
3	FU2	熔断器	RC1	250V, 1A	个		
4	FU1	熔断器	RT0	380V, 40A	个		
5	K	热继电器	JR3	40A	个		
6	S1 S2	按钮	LA2	250V, 3A	个		

图 4-187　输入第 6 列文字

（11）参照第 2 列文字的输入方法，输入第 7 列文字，单击“关闭文字编辑器”按钮后



即可完成，效果如图 4-188 所示。

设 备 元 器 件 表							
序 号	符 号	名 称	型 号	规 格	单 位	数 量	
1	M	异步电动机	Y	300V，15KW	台	1	
2	KM	交流接触器	CJ10	300V，40A	个	1	
3	FU2	熔 断 器	RC1	250V，1A	个	1	
4	FU1	熔 断 器	RT0	380V，40A	个	3	
5	K	热继电器	JR3	40A	个	1	
6	S1 S2	按 钮	LA2	250V，3A	个	2	

图 4-188　输入第 7 列文字

（12）参照第 2 列文字的输入方法，输入第 8 列文字，单击“关闭文字编辑器”按钮后即可完成，效果如图 4-189 所示。

设 备 元 器 件 表							
序 号	符 号	名 称	型 号	规 格	单 位	数 量	备 注
1	M	异步电动机	Y	300V，15KW	台	1	
2	KM	交流接触器	CJ10	300V，40A	个	1	
3	FU2	熔 断 器	RC1	250V，1A	个	1	配熔丝1A
4	FU1	熔 断 器	RT0	380V，40A	个	3	配熔丝30A
5	K	热继电器	JR3	40A	个	1	整定值25A
6	S1 S2	按 钮	LA2	250V，3A	个	2	一常开，一常闭触点

图 4-189　输入第 8 列文字

4.8　小车间电气平面图



制作思路

在本例车间电气平面图中，先绘制车间的墙线，然后绘制供电线路。

绘制步骤如下。

（1）在命令行窗口输入命令“mline”，按命令行的提示绘制多线作为小车间的墙线。

```
命令: mline
当前设置: 对正 = 上，比例 = 20.00，样式 = STANDARD
指定起点或 [对正(J)/比例(S)/样式(ST)]:  s
输入多线比例 <20.00>:  2
当前设置: 对正 = 上，比例 = 2.00，样式 = STANDARD
指定起点或 [对正(J)/比例(S)/样式(ST)]:（在绘图区域任选一点）
指定下一点:  @10,0
指定下一点或 [放弃(U)]:  @0,100
指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]:  @-200,0
指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]:  @0,-100
指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]:  @170,0
指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]:
```

效果如图 4-190 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制墙线开口处的连线，效果如图 4-191 所示。

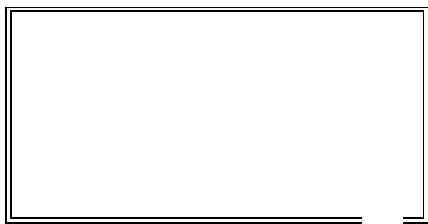


图 4-190　绘制墙线

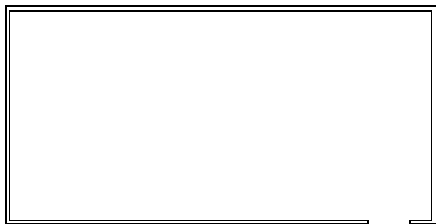


图 4-191　封闭开口

（3）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 4-192 所示中点，终点在（@20<30）的斜线作为门线，效果如图 4-193 所示。

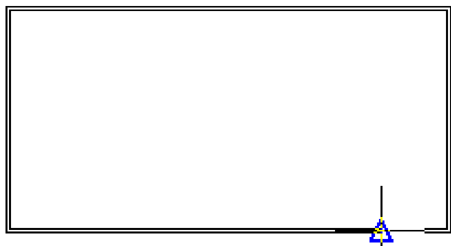


图 4-192　捕捉中点

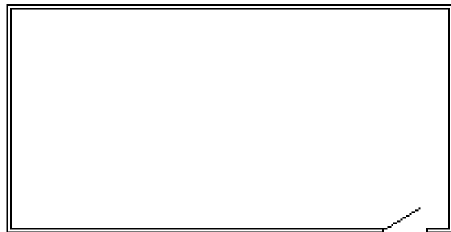


图 4-193　绘制门线

（4）单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，屏幕出现“图案填充和渐变色”面板，按如图 4-194 所示填上参数填充墙线，效果如图 4-195 所示。

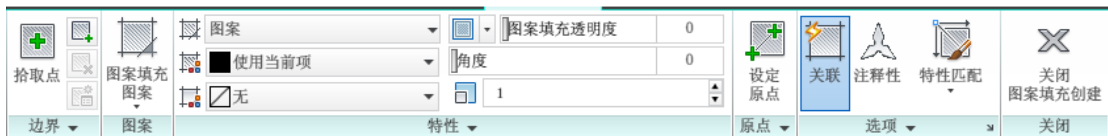


图 4-194　“图案填充和渐变色”面板

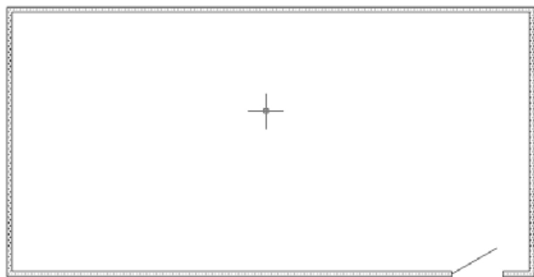


图 4-195　填充墙线



（5）绘制配电箱。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，在房间左上角绘制尺寸为 3×20 的矩形，效果如图 4-196 所示。

（6）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，正交地把矩形 3×20 向右复制一份，复制距离为 3，效果如图 4-197 所示。

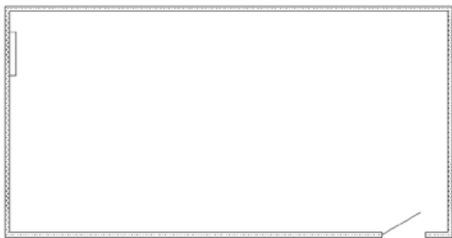


图 4-196　绘制矩形

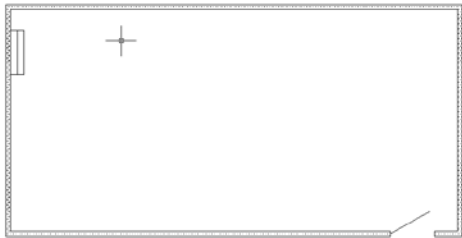


图 4-197　复制矩形

（7）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在房间中绘制 3 个$\phi 3$ 圆作为电动机符号，效果如图 4-198 所示。

（8）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制配电柜和上边两台电动机之间的连线。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，沿墙角绘制配电柜和剩下一台电动机之间的连线，效果如图 4-199 所示。

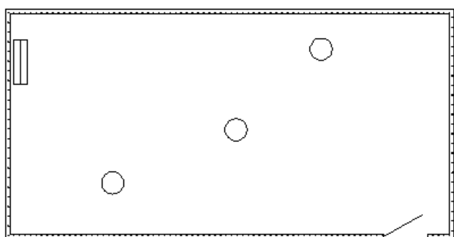


图 4-198　绘制电动机符号

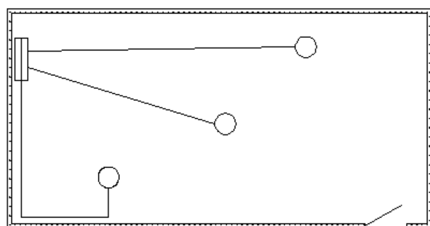


图 4-199　绘制连线

（9）按照配电箱的画法填充矩形。单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，屏幕出现“图案填充和渐变色”面板，按如图 4-200 所示设置，使用当前颜色填充左边的矩形框，效果如图 4-201 所示。

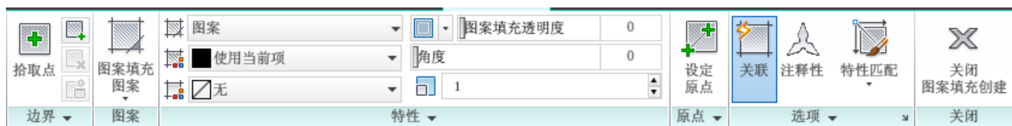


图 4-200　“图案填充和渐变色”面板

（10）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮 A，标注配电柜的代号和电动机的标号和型号参数，结果如图 4-202 所示。

（11）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮 A，标注导线的型号，结果如图 4-203 所示。

（12）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制指示导线的箭头，结果如图 4-204 所示。



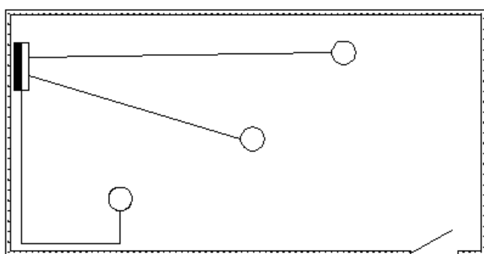


图 4-201 填充矩形

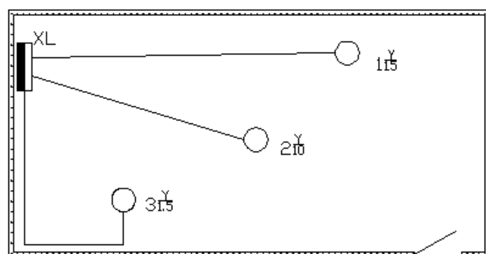


图 4-202 标注配电柜代号和电动机参数

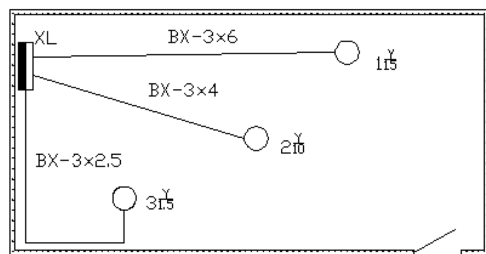


图 4-203 标注导线的型号

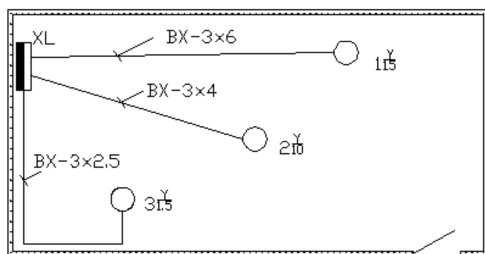


图 4-204 绘制箭头

4.9 自耦减压起动柜控制电路图



制作思路

自耦减压起动柜控制电路图是原理图，它是由在供电线路图上添加控制电路构成的。

绘制步骤如下。

（1）先绘制供电线路，复制以前绘制过的图形，结果如图 4-205 所示。

（2）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮和“移动”命令按钮，把如图 4-205 所示复制的图形拉长并适当调整移动元器件的位置，效果如图 4-206 所示。

（3）绘制热继电器符号。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 4-207 虚线所示图形向如图 4-208 和图 4-209 所示的垂足位置各复制一份，效果如图 4-210 所示。

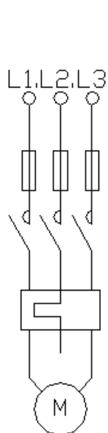


图 4-205 复制的图形

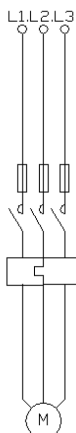


图 4-206 拉伸移动图形

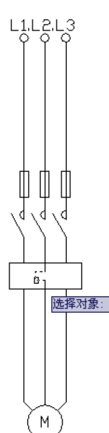


图 4-207 选择复制的对象

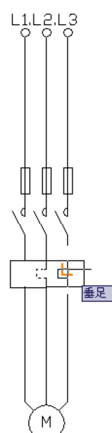


图 4-208 选择的一个垂足



（4）绘制接线。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 4-211 所示端点，终点在如图 4-212 所示端点的连线，效果如图 4-213 所示。

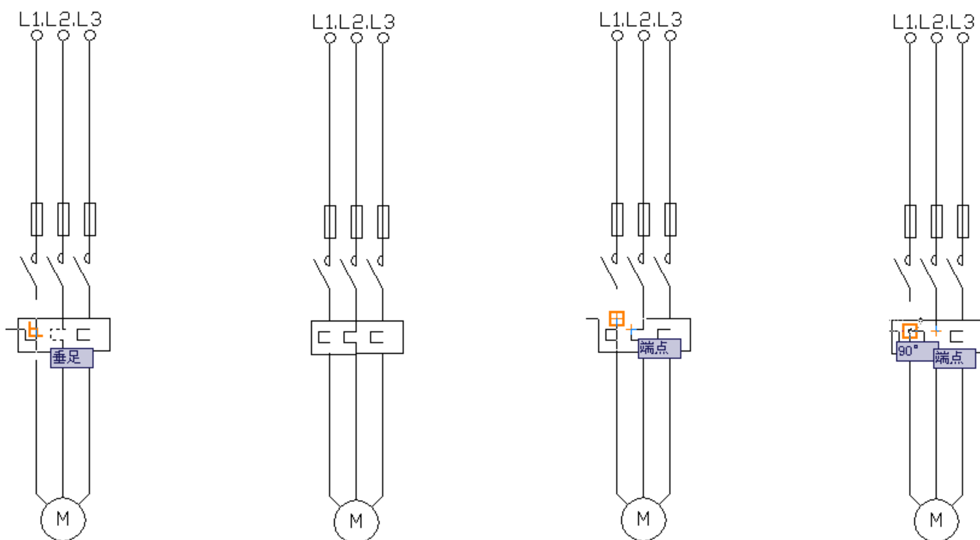


图 4-209　选择的另一垂足　　图 4-210　复制后效果　　图 4-211　选择起点端点　　图 4-212　选择终点端点

（5）绘制其他直线。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 4-213 所示绘制的直线复制 3 份，复制的位置如图 4-214 所示。

（6）双击文字“M”，在屏幕出现的“多行文字编辑器”面板中把文字“M”改成“M 3~”，效果如图 4-215 所示。

（7）绘制接地线。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制接地线，效果如图 4-216 所示。

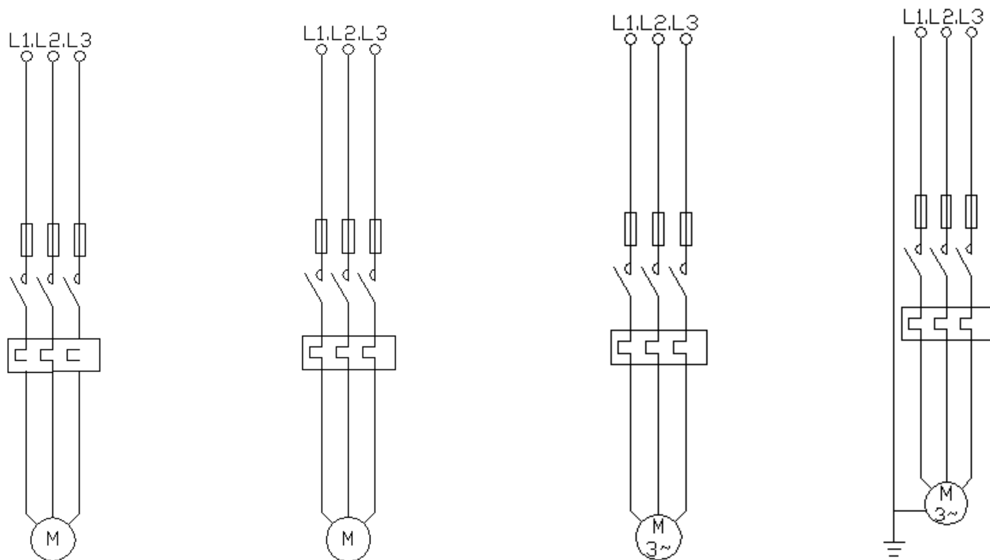


图 4-213　绘制的直线　　图 4-214　复制的其他直线　　图 4-215　修改的文字　　图 4-216　绘制接地线



（8）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 4-217 所示光标所指的小圆圈复制到接地线上，效果如图 4-218 所示。

（9）标注接地线的文字代号。单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在刚刚复制的小圆圈上标注文字“N”表示接地线，结果如图 4-219 所示。

（10）从以前绘制的图形中复制电感器符号，复制 3 份，如图 4-220 所示。

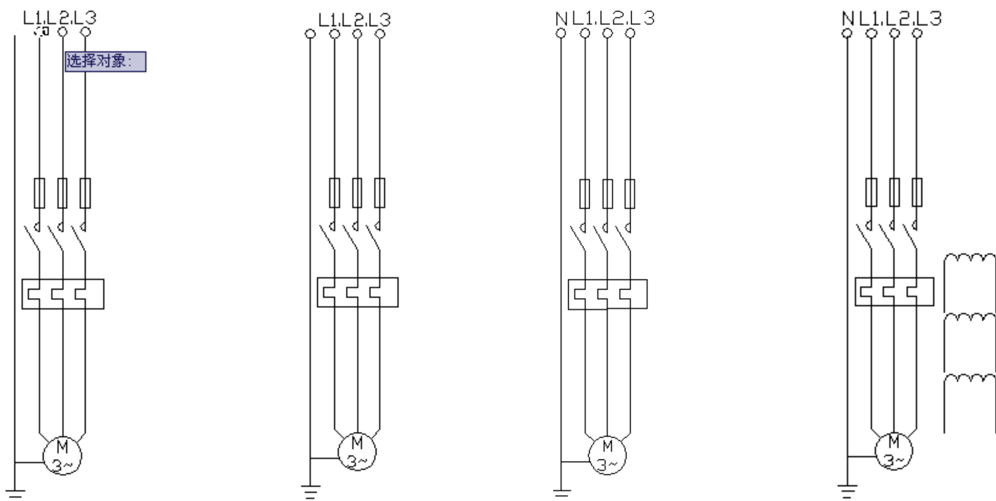


图 4-217　选择小圆圈　　图 4-218　复制后效果　　图 4-219　标注接地线符号　　图 4-220　复制电感器符号

（11）排布电感器符号。单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，把电感器符号顺时针旋转 90º，效果如图 4-221 所示。然后单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，移动电感器到合适的位置，结果如图 4-222 所示。

（12）旋转电感器符号直线端子。单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，旋转电感器符号中的直线端子，把其水平接线端子旋转为竖直接线端子，效果如图 4-223 所示。

（13）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把图 4-223 所示电感器中的上面 3 条直线拉长适当的位置，效果如图 4-224 所示。

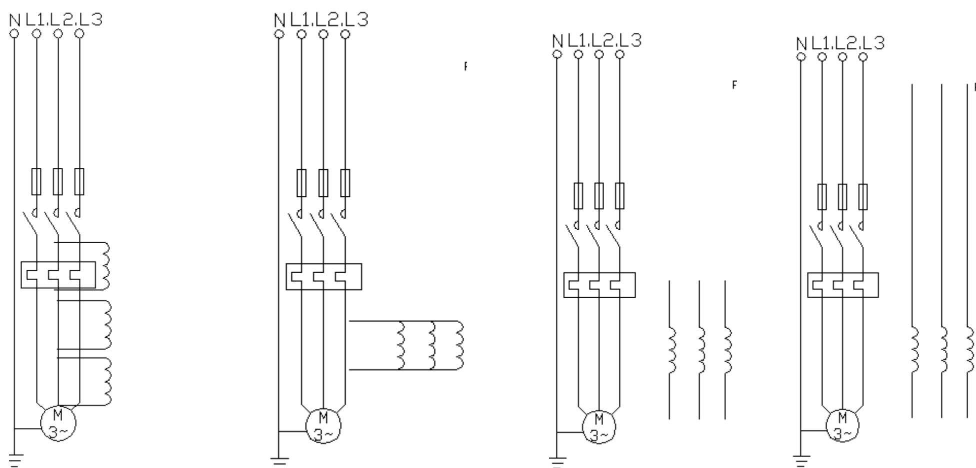


图 4-221　旋转电感器符号　　图 4-222　移动电感器符号　　图 4-223　旋转直线　　图 4-224　拉长直线

（14）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 4-225 所示的直线。

（15）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 4-226 光标所示直线和虚线之间倒圆角，圆角半径为 0，使其连接起来，效果如图 4-227 所示。

（16）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 4-227 所示剩下的直线之间倒圆角，圆角半径为 0，使其连接起来，效果如图 4-228 所示。

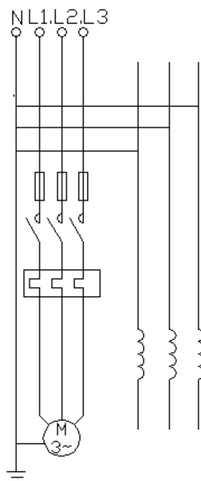


图 4-225　绘制的直线

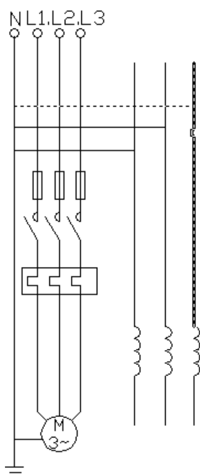


图 4-226　选择的直线

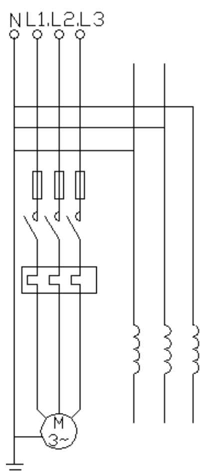


图 4-227　倒圆角效果

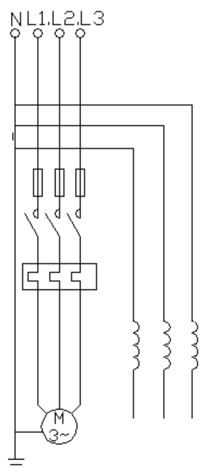


图 4-228　完成倒圆角

（17）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 4-229 虚线所示直线为修剪边，修剪掉光标所示直线段，结果如图 4-230 所示。

（18）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，修剪如图 4-230 所示剩下的直线段，结果如图 4-231 所示。

（19）复制开关。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 4-232 所示光标所指虚线开关以图 4-233 所示的端点为基点，分别复制到如图 4-234～图 4-236 所示的垂足点的位置，效果如图 4-237 所示。

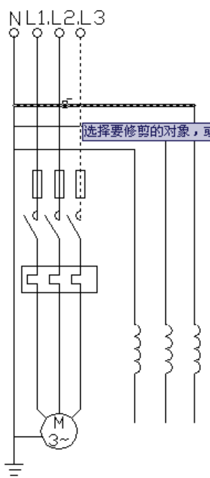


图 4-229　选择的直线

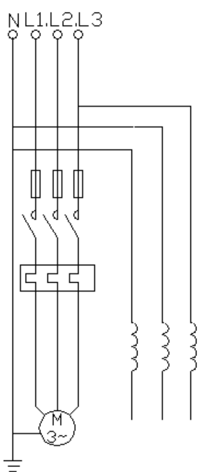


图 4-230　修剪的效果

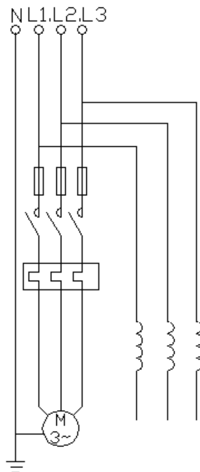


图 4-231　完成修剪

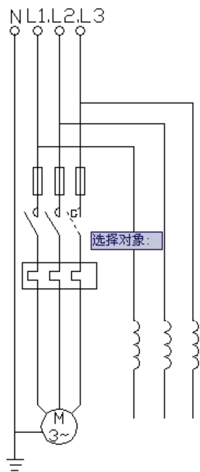


图 4-232　复制的开关

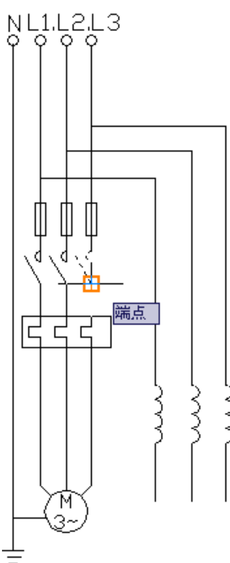


图 4-233　选择的端点

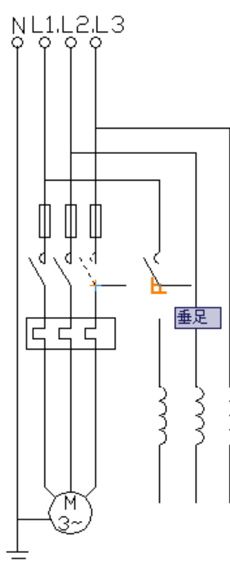


图 4-234　复制位置 1

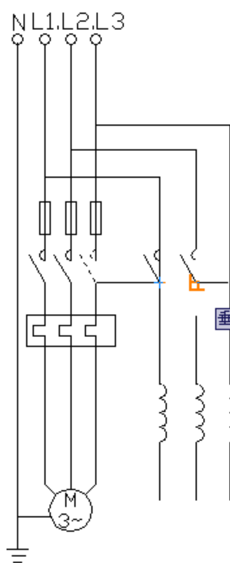


图 4-235　复制位置 2

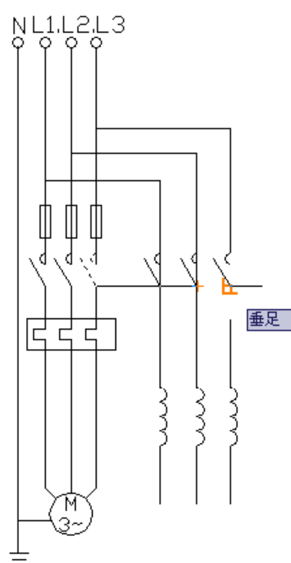


图 4-236　复制位置 3

（20）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 4-238 所示虚线为修剪边，修剪掉光标所示直线段，结果如图 4-239 所示。

（21）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，按照相同的方法修剪掉开关内所示直线段，结果如图 4-240 所示。

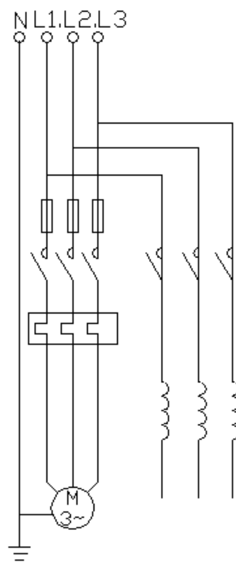


图 4-237　复制后效果

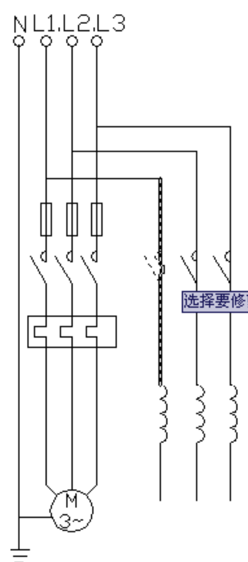


图 4-238　要修剪的边

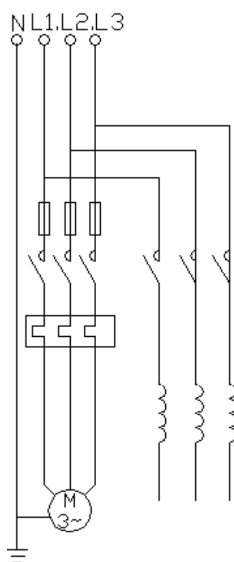


图 4-239　修剪的效果

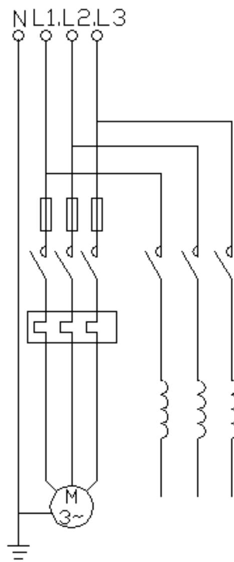


图 4-240　完成修剪

（22）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 4-241 所示的直线。

（23）复制开关。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 4-242 所示光标所指虚线开关以图 4-243 所示的端点为基点，分别复制到如图 4-244 和图 4-245 所示的端点



位置，效果如图 4-246 所示。

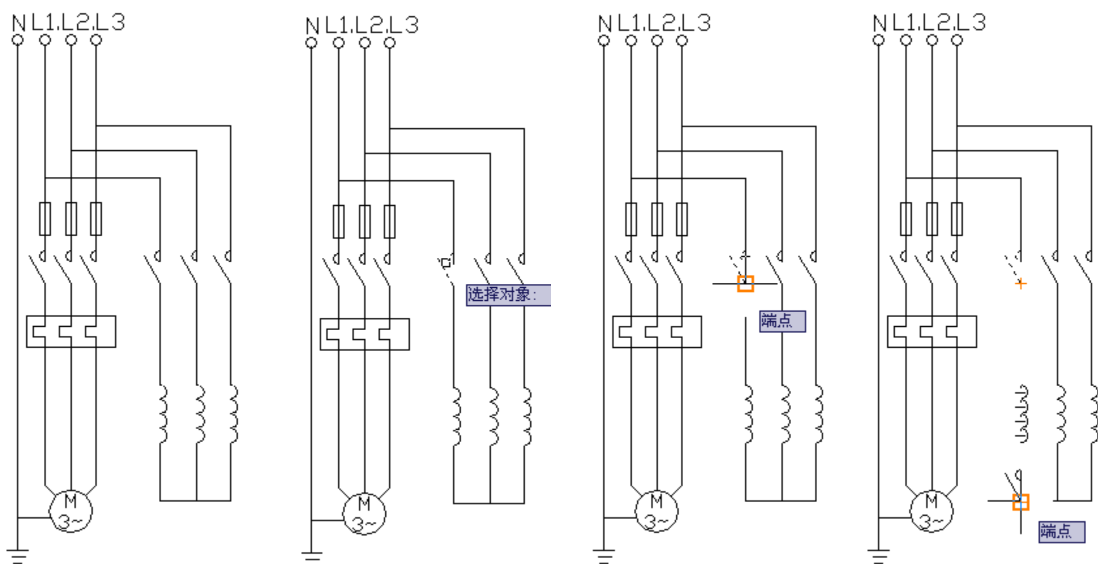


图 4-241　绘制的直线　　图 4-242　选择的复制的开关　　图 4-243　选择的端点　　图 4-244　复制位置 1

（24）旋转刚刚复制的开关符号。单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，把两个开关符号分别顺时针旋转 90°，效果如图 4-247 所示。

（25）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，按照前面相同的方法，修剪掉开关处的直线段，结果如图 4-248 所示。

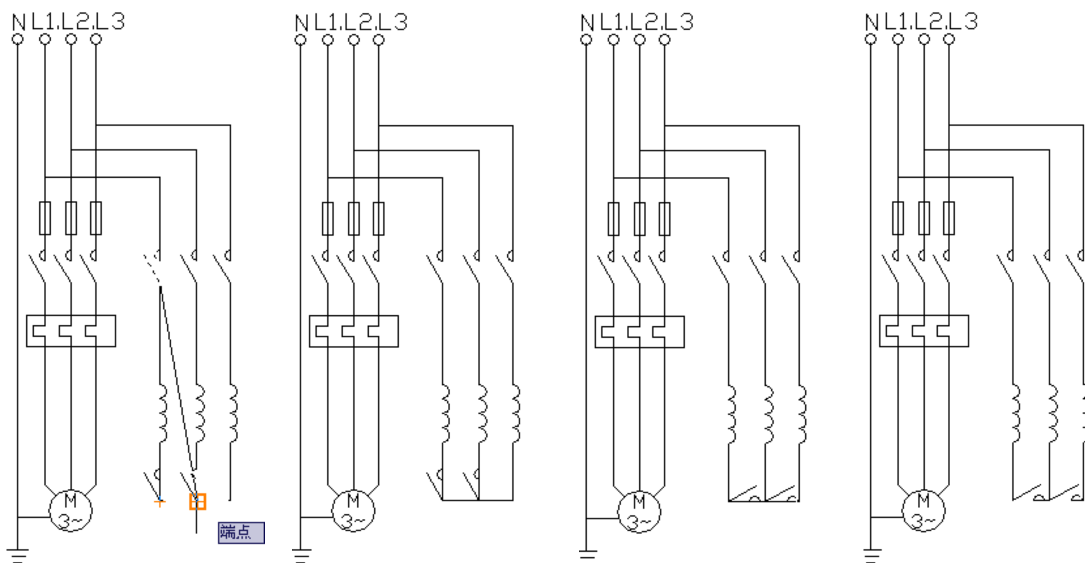


图 4-245　复制位置 2　　图 4-246　复制后的效果　　图 4-247　旋转的效果　　图 4-248　修剪后的效果

（26）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 4-249 所示的折线。

（27）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以如图 4-250 光标所示虚线为修剪



边，修剪掉如图 4-251 光标所示的直线，效果如图 4-252 所示。

（28）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，修剪如图 4-252 所示剩下的直线，效果如图 4-253 所示。

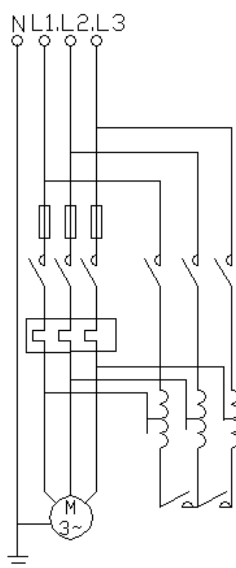


图 4-249　绘制的折线

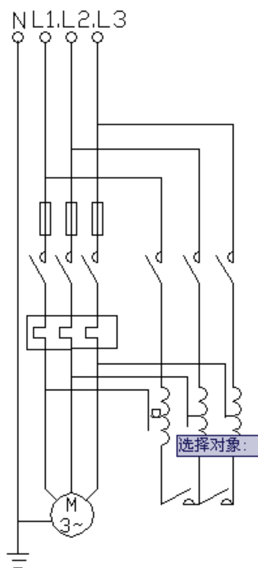


图 4-250　修剪的边

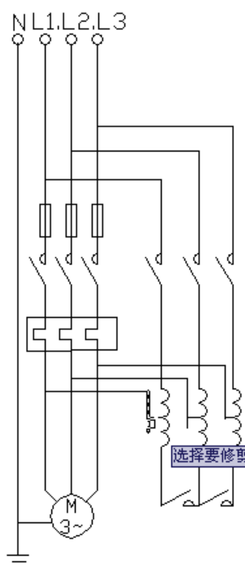


图 4-251　修剪的对象

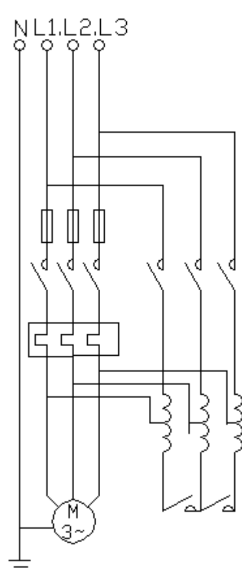


图 4-252　修剪的对象

（29）绘制接线。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制一个矩形，效果如图 4-254 所示。

（30）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 4-255 所示的中点，终点在如图 4-256 所示的垂足点的直线，效果如图 4-257 所示。

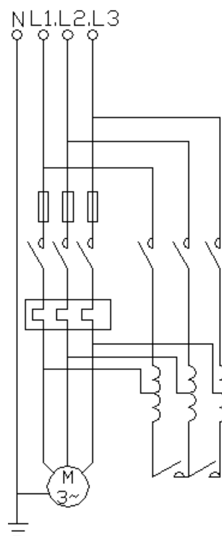


图 4-253　完成修剪

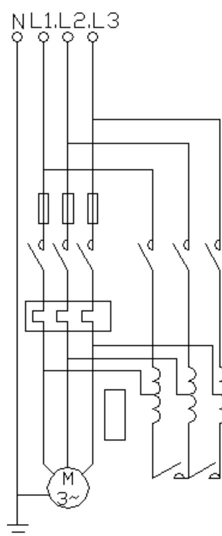


图 4-254　绘制的矩形

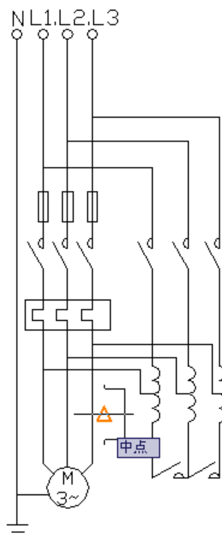


图 4-255　直线的起点

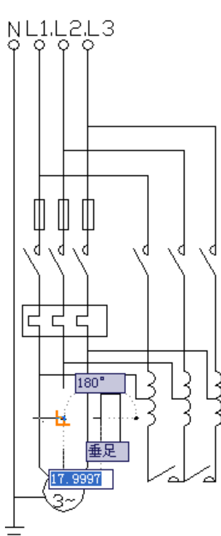


图 4-256　直线的终点



（31）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把刚刚绘制的直线向上和下偏移复制两份，复制适当距离，效果如图 4-258 所示。

（32）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 4-258 所示 3 条直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，效果如图 4-259 所示。

（33）删除如图 4-260 光标所示的直线。单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，修剪掉如图 4-261 光标所示的直线，效果如图 4-262 所示。

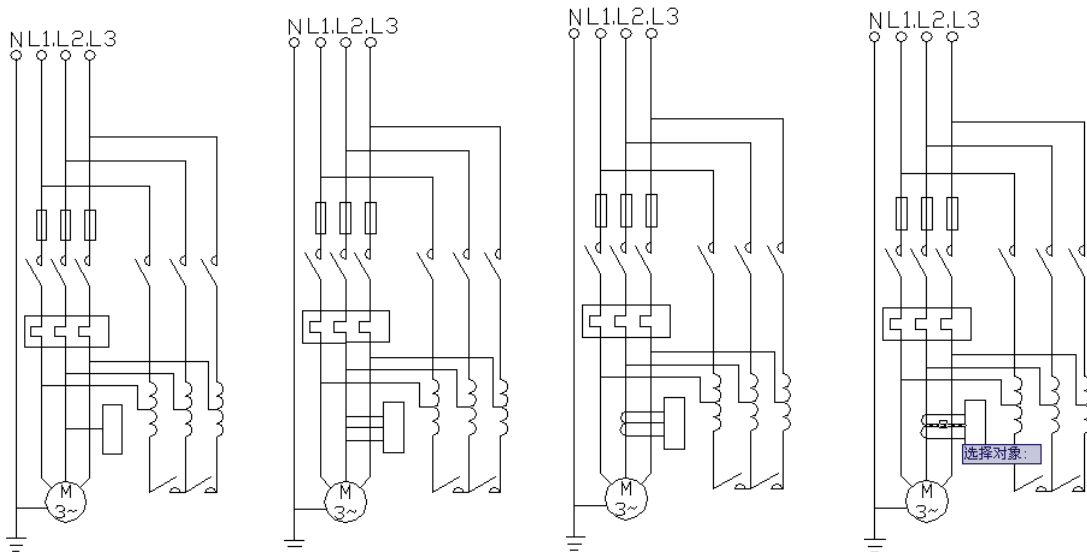


图 4-257　绘制的直线　　图 4-258　偏移的直线　　图 4-259　倒圆角的效果　　图 4-260　删除的直线

（34）绘制电流表符号。单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在如图 4-263 所示的中点位置绘制一个圆，效果如图 4-264 所示。

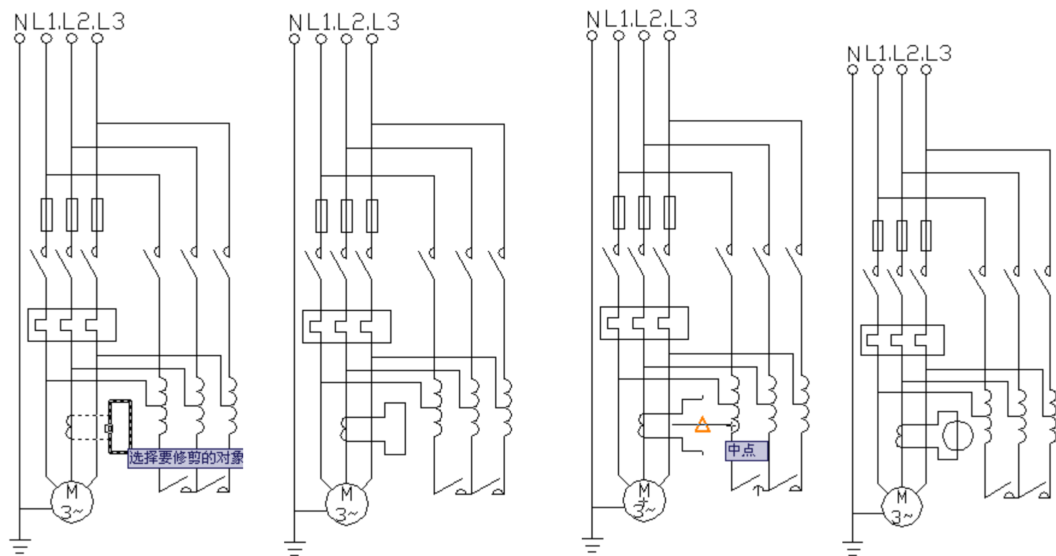


图 4-261　修剪的直线　　图 4-262　修剪的效果　　图 4-263　选择的圆心　　图 4-264　绘制的圆

（35）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以圆为修剪边界修剪掉圆里面的直线，效果如图 4-265 所示。

（36）标注电流表的文字代号。单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在刚刚修剪的圆里面标注文字“A”表示电流表，结果如图 4-266 所示。

（37）绘制控制电路，单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制两条直线作为控制回路与供电电路之间的连线，效果如图 4-267 所示。

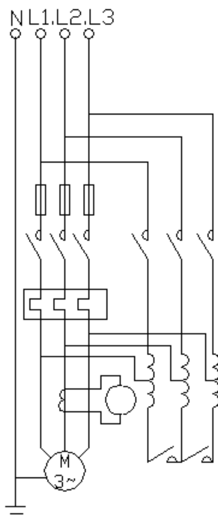


图 4-265　修剪直线

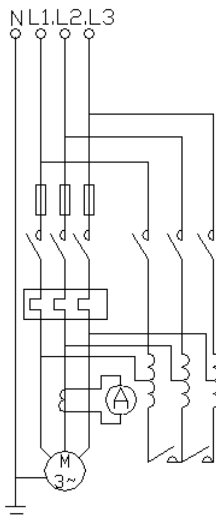


图 4-266　标注文字

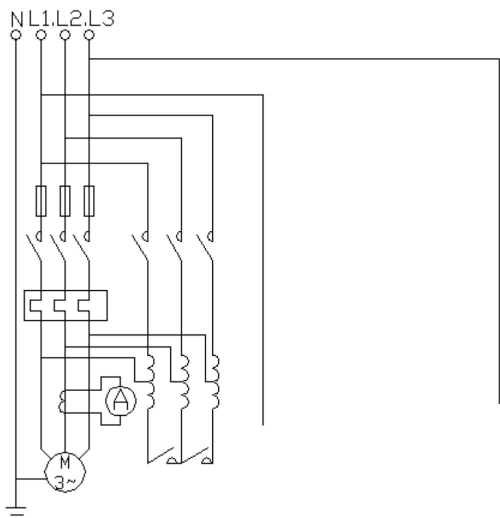


图 4-267　绘制的直线

（38）复制电阻。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把熔断器电阻分别复制两份到两条连线的位置，起到保护作用，效果如图 4-268 所示。

（39）从以前绘制的图形中复制开关按钮和信号灯符号，效果如图 4-269 所示。

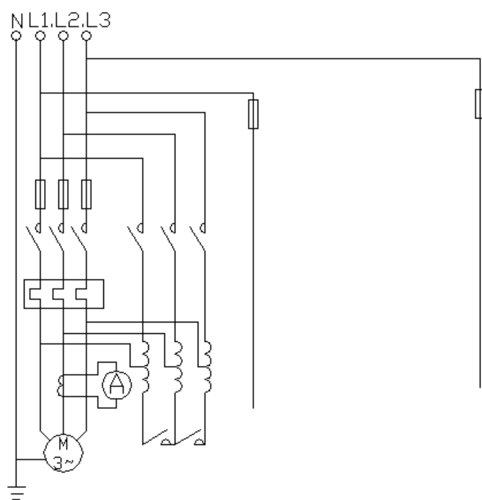


图 4-268　复制的电阻

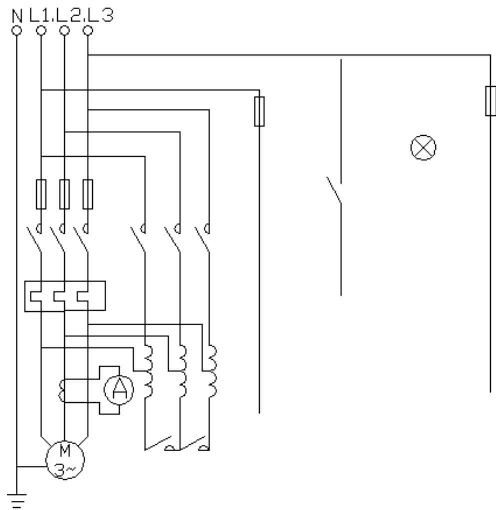


图 4-269　复制的元器件



（40）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把刚刚复制的开关直线适当缩短，效果如图 4-270 所示。

（41）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮和“移动”命令按钮，把刚刚缩短的开关顺时针旋转 90º，并适当移动位置，效果如图 4-271 所示。

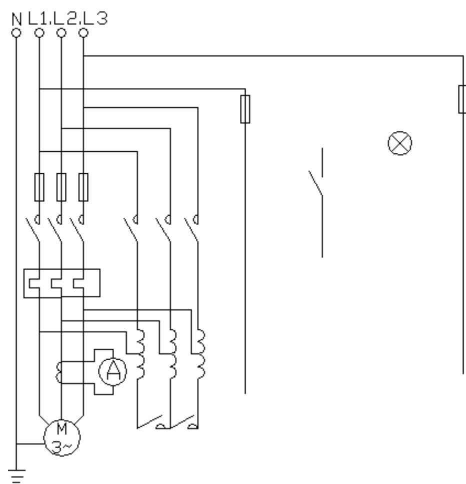


图 4-270　缩短直线

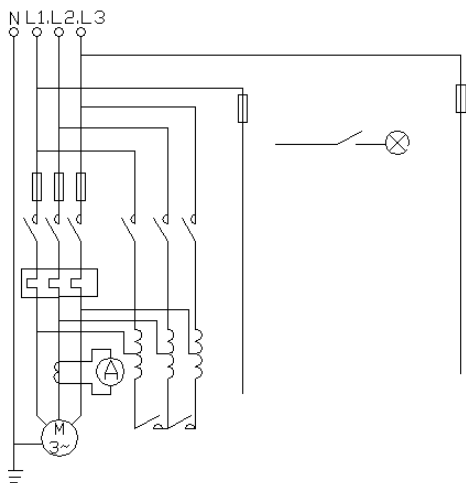


图 4-271　旋转移动开关

（42）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以图 4-272 虚线所示直线为延伸边界线，延伸光标指示的直线，效果如图 4-273 所示。

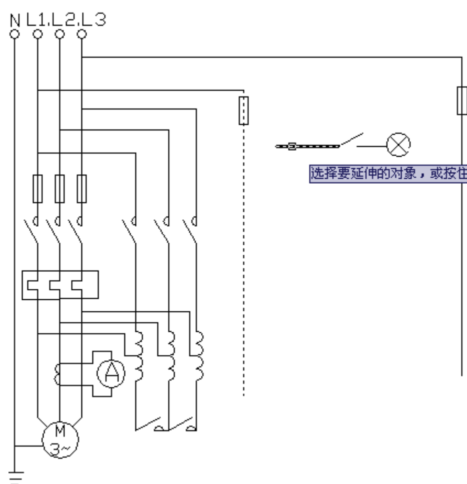


图 4-272　延伸的直线

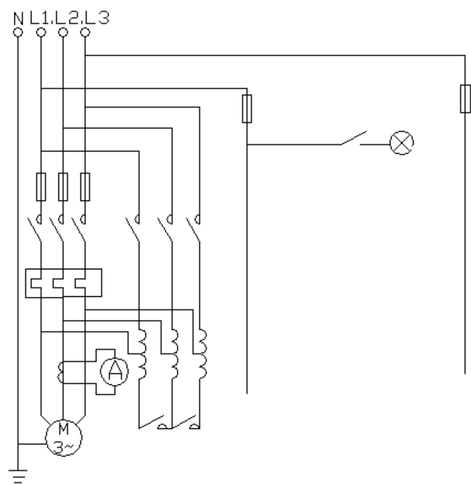


图 4-273　延伸的效果

（43）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制直线，效果如图 4-274 所示。

（44）复制电路。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 4-275 所示的虚线电路向下复制两份，效果如图 4-276 所示。



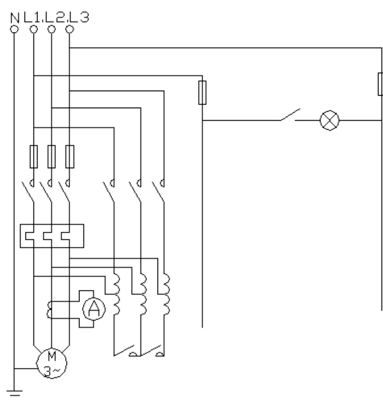


图 4-274　绘制的直线

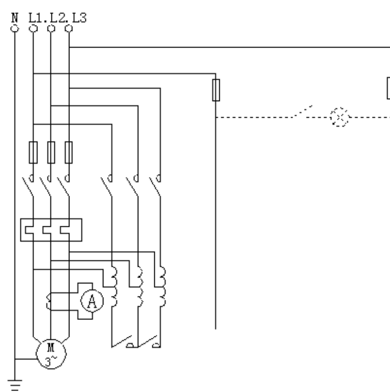


图 4-275　选择要复制的对象

（45）复制开关。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 4-277 所示的虚线开关复制一份，效果如图 4-278 所示。

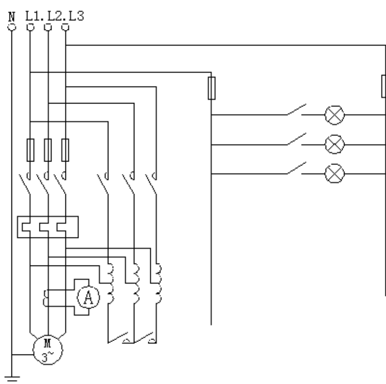


图 4-276　复制后效果

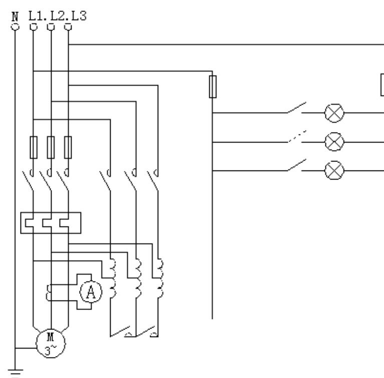


图 4-277　要复制的开关

（46）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以水平直线为对称轴，把刚刚复制的开关对称复制一份，并删除源对象，效果如图 4-279 所示。

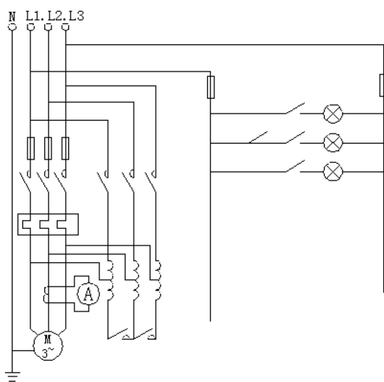


图 4-278　复制的效果

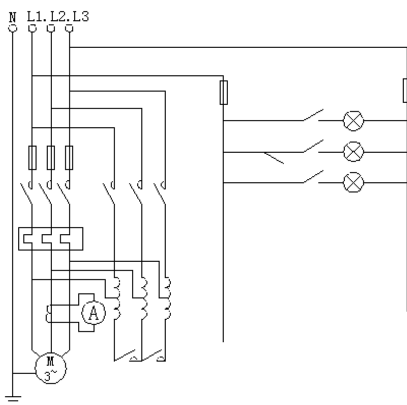


图 4-279　镜像开关



（47）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制直线，形成常闭开关，效果如图 4-280 所示。

（48）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，修剪掉常闭开关中多余的直线，效果如图 4-281 所示。

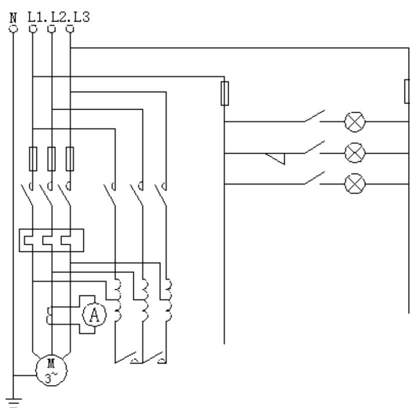


图 4-280　绘制直线

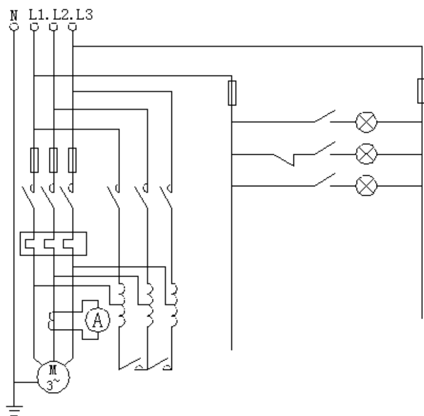


图 4-281　修剪开关

（49）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 4-282 所示的直线。

（50）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，修剪掉多余的直线，效果如图 4-283 所示。

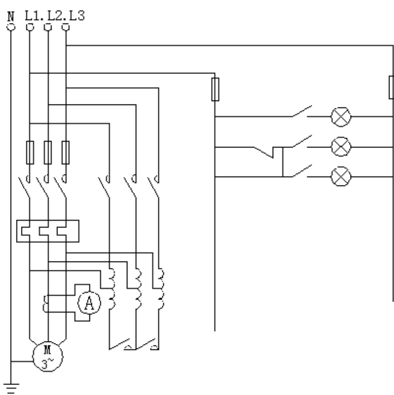


图 4-282　绘制的直线

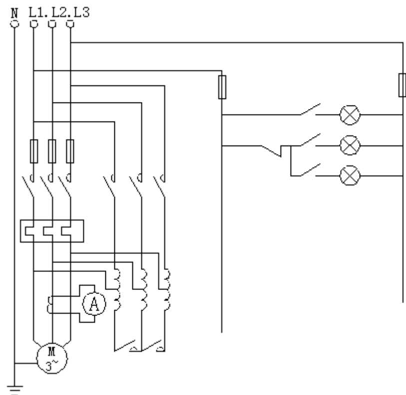


图 4-283　修剪的直线

（51）复制常闭开关。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把绘制的常闭开关复制一份，效果如图 4-284 所示。

（52）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除如图 4-285 光标所示的开关直线。单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把刚刚绘制的常闭开关做适当修改，效果如图 4-286 所示。

（53）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 4-287 所示的虚线对象复制一份，效果如图 4-288 所示。



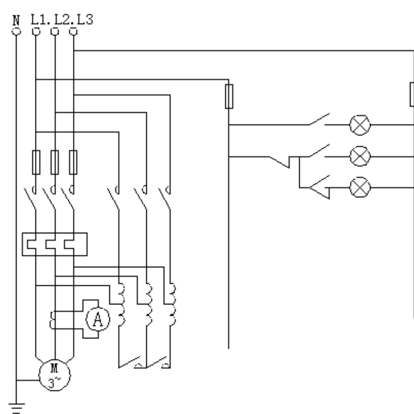


图 4-284 复制的开关

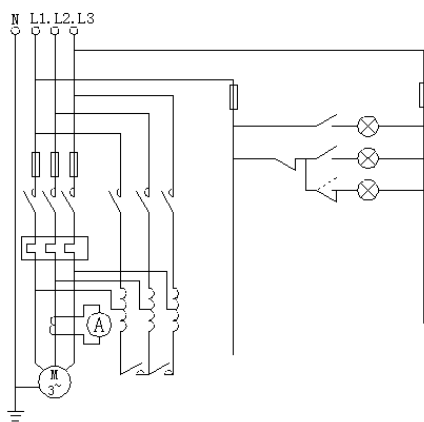


图 4-285 删除的直线

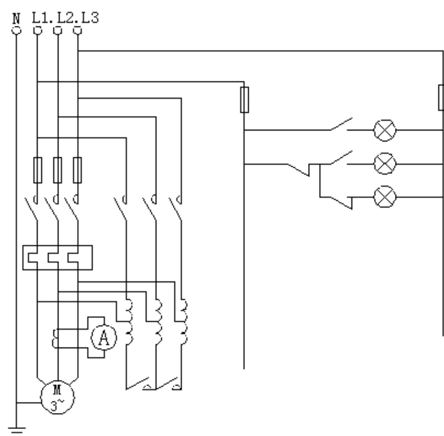


图 4-286 拉伸的效果

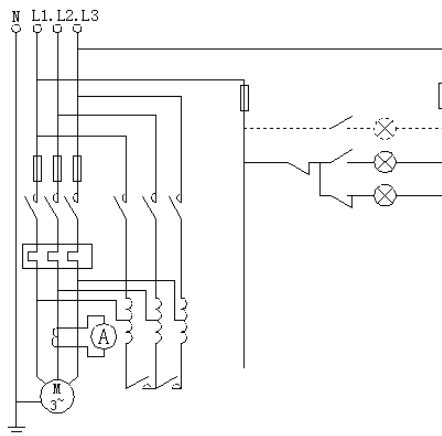


图 4-287 复制的对象

（54）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，适当修改刚刚绘制的常闭开关，效果如图 4-289 所示。

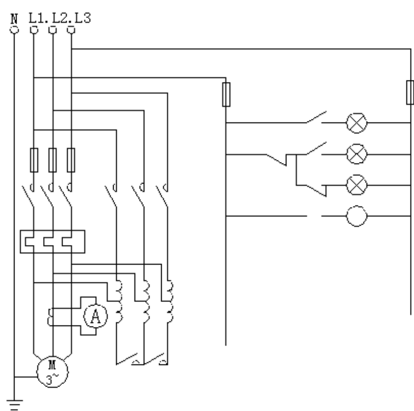


图 4-288 复制后效果

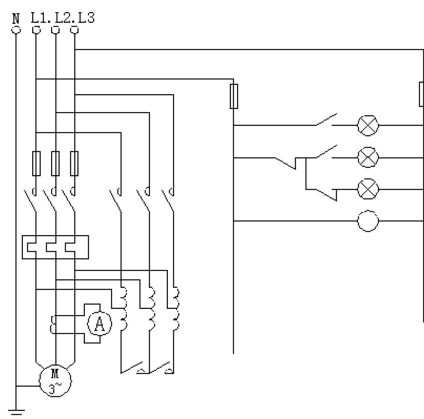


图 4-289 拉伸的效果



（55）标注电压表的文字代号。单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在复制的圆里面标注文字“V”，表示电压表，效果如图 4-290 所示。

（56）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 4-291 所示的虚线对象复制一份，效果如图 4-292 所示。

（57）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，适当拉伸刚刚复制的对象，效果如图 4-293 所示。

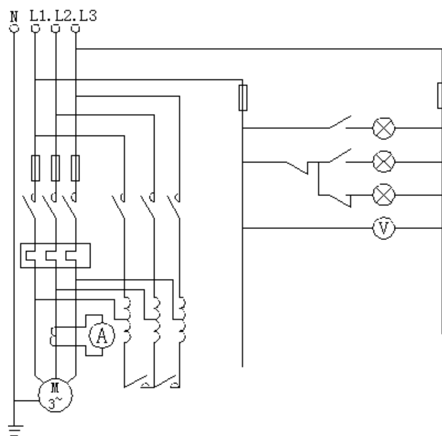


图 4-290　标注文字

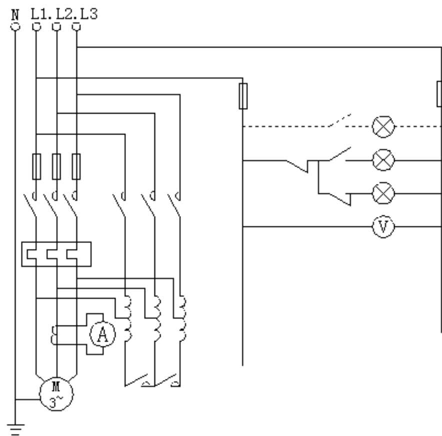


图 4-291　复制的对象

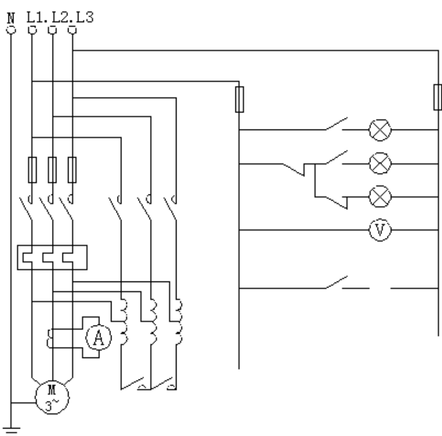


图 4-292　复制的效果

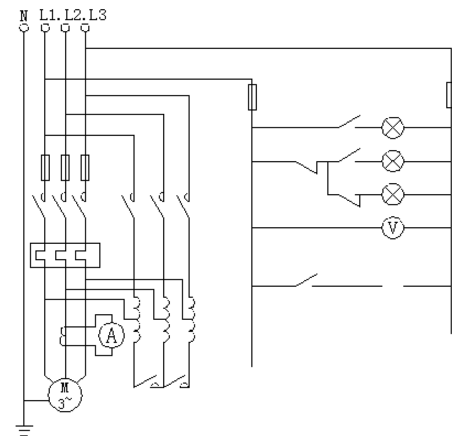


图 4-293　拉伸的效果

（58）绘制接触器符号。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制矩形，效果如图 4-294 所示。

（59）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，以图 4-295 所示的矩形中点为基点，以图 4-296 所示端点为移动目标点移动矩形，效果如图 4-297 所示。

（60）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以矩形为修剪边修剪掉里面的线头，效果如图 4-298 所示。

（61）标注接触器的文字代号。单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在绘制的矩形里面标注文字“KM1”，表示接触器，效果如图 4-299 所示。



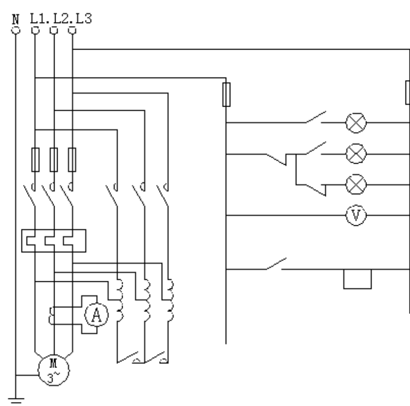


图 4-294　绘制的矩形

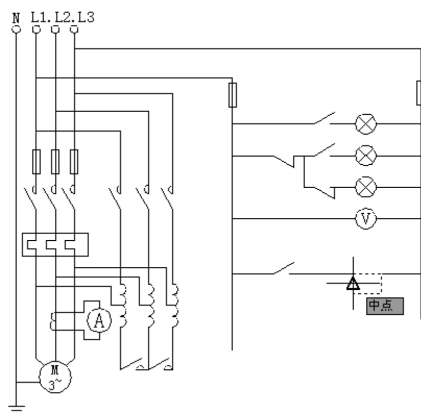


图 4-295　选择的基点

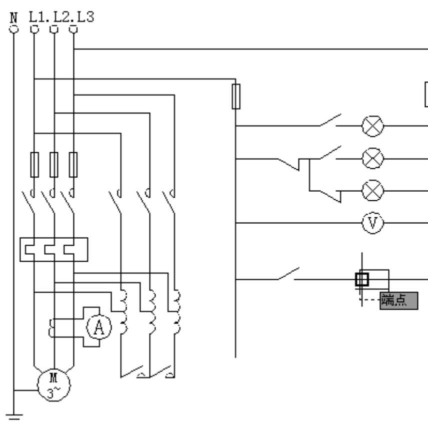


图 4-296　选择的移动目标点

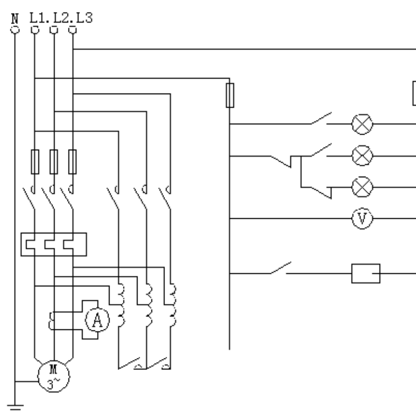


图 4-297　移动的矩形

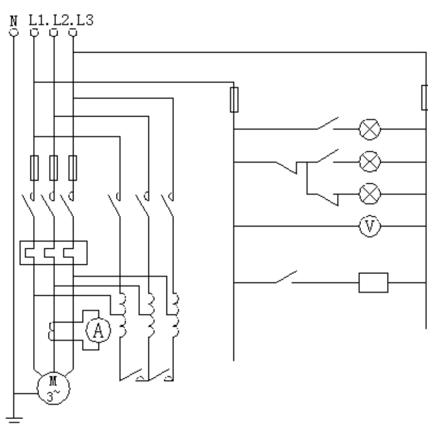


图 4-298　修剪的效果

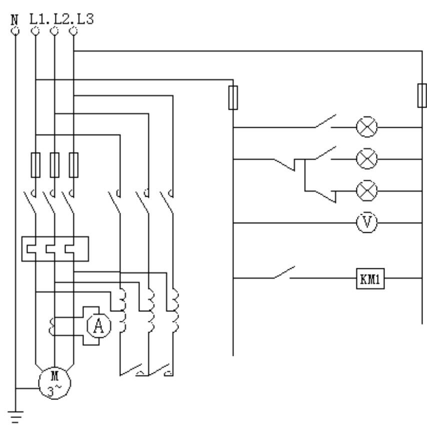


图 4-299　标注的文字

（62）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 4-300 所示的虚线对象复制一份，效果如图 4-301 所示。



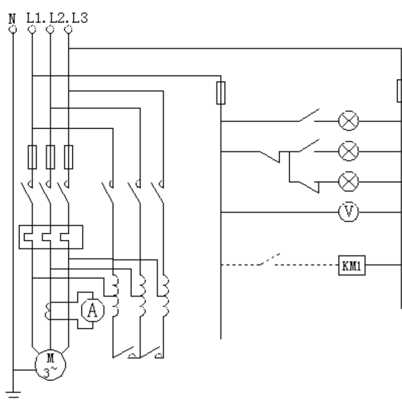


图 4-300　复制的对象

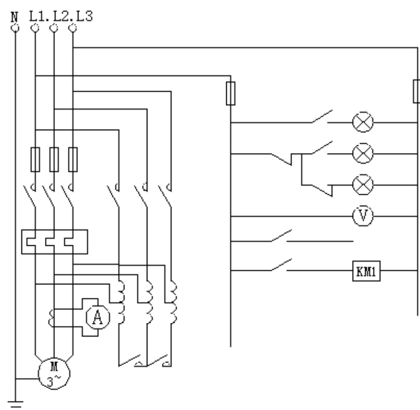


图 4-301　复制的效果

（63）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 4-302 所示的两条直线。

（64）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 4-303 所示的虚线直线为修剪边修剪掉外面的线头，效果如图 4-304 所示。

（65）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 4-305 所示的开关按钮。

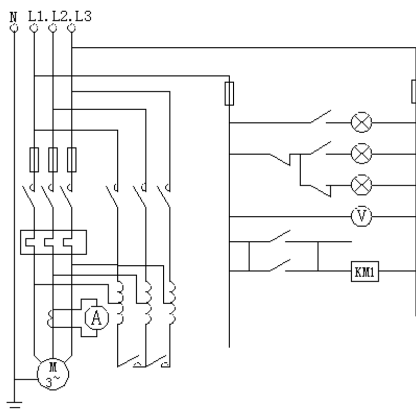


图 4-302　绘制的直线

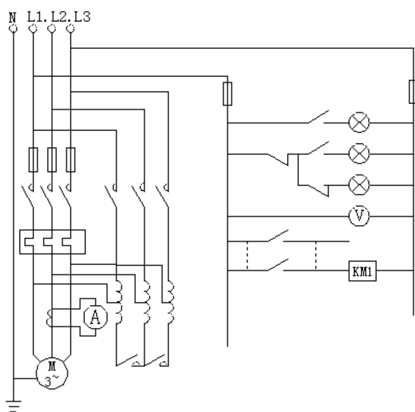


图 4-303　选择修剪边

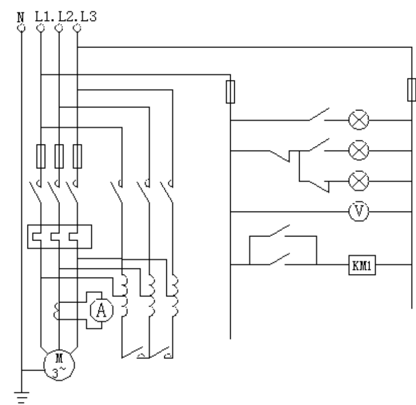


图 4-304　修剪的效果

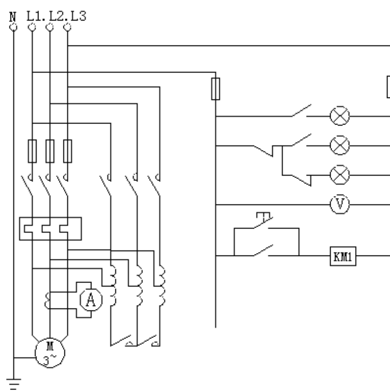


图 4-305　绘制的开关按钮



（66）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把常闭开关复制 3 份，放置的位置如图 4-306 所示。

（67）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，分别把如图 4-307 所示的虚线开关逆时针旋转 90°，效果如图 4-308 所示。

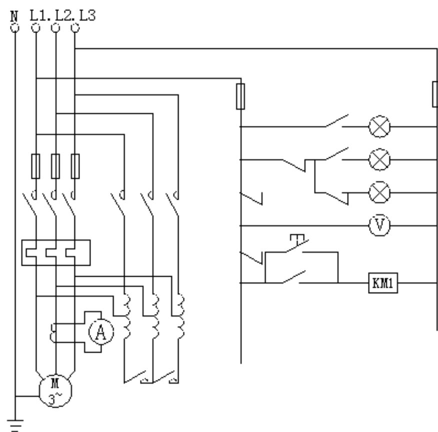


图 4-306 复制后效果

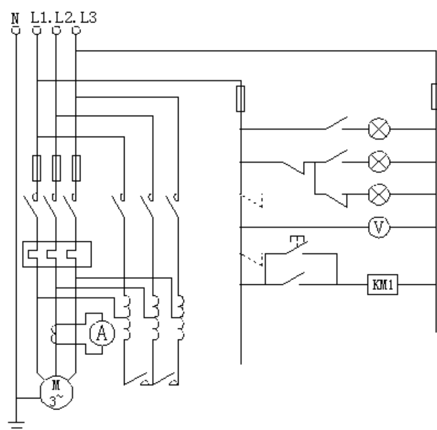


图 4-307 旋转的对象

（68）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以如图 4-309 所示的虚线为修剪边修剪掉里面的直线，效果如图 4-310 所示。

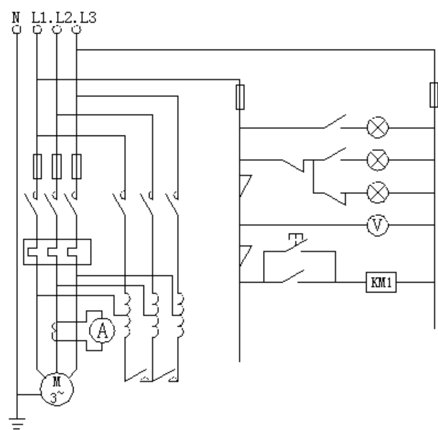


图 4-308 旋转的效果

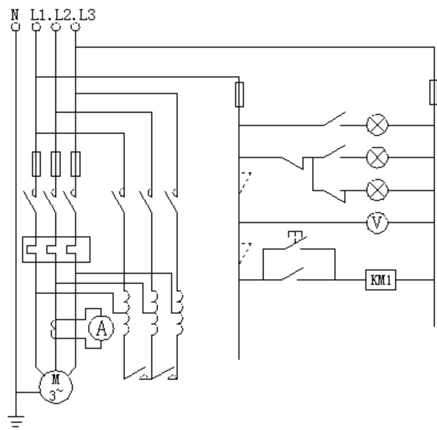


图 4-309 选择的修剪边

（69）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 4-311 所示的开关按钮。

（70）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，复制如图 4-312 虚线所示的开关按钮，效果如图 4-313 所示。

（71）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，把刚刚复制的开关按钮逆时针旋转 90º，效果如图 4-314 所示。

（72）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 4-315 所示的虚线图形复制一份，放置的位置如图 4-316 所示。

（73）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 4-317 所示的直线。

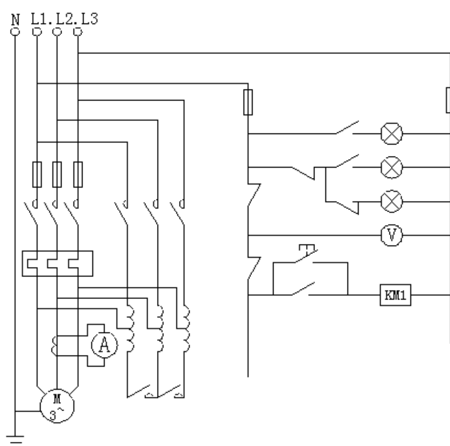


图 4-310　修剪的效果

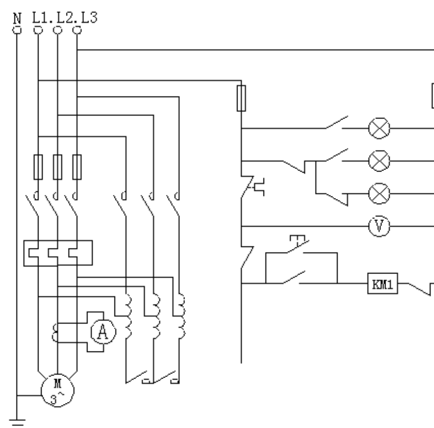


图 4-311　绘制的开关按钮

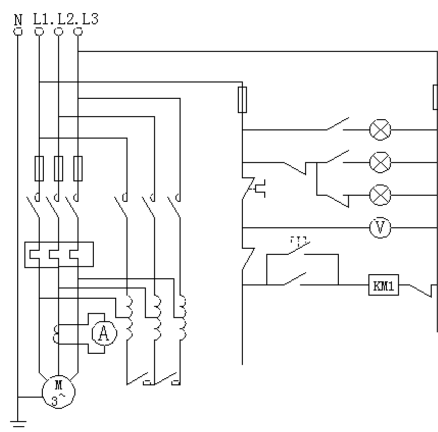


图 4-312　复制的对象

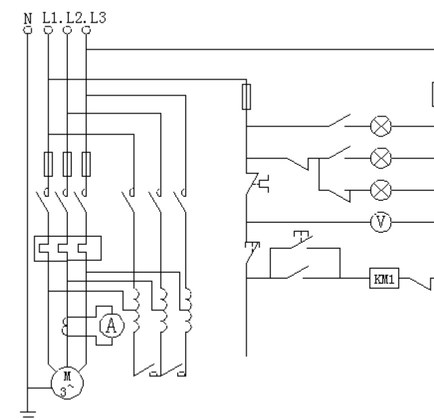


图 4-313　复制的效果

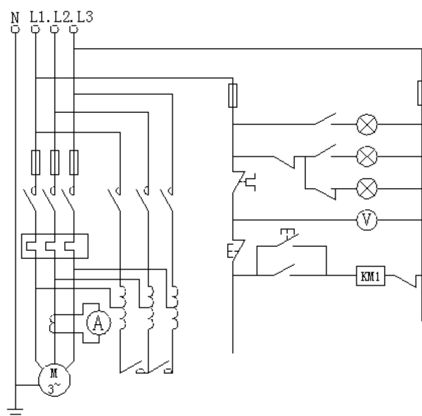


图 4-314　旋转的效果

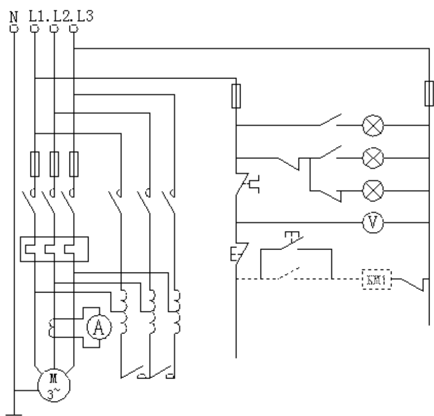


图 4-315　复制的对象

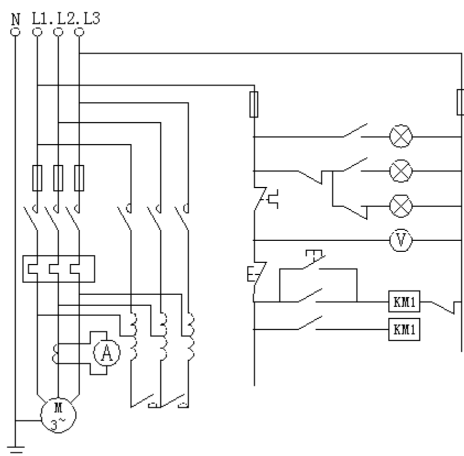


图 4-316 复制的效果

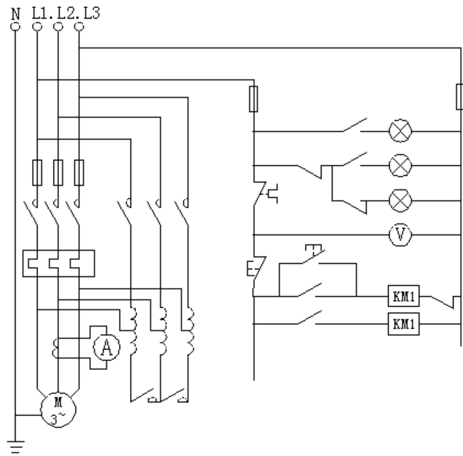


图 4-317 绘制的直线

（74）双击刚刚复制的文字“KM1”，在出现的“多行文字编辑器”中把“KM1”改成“KM2”，效果如图 4-318 所示。

（75）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 4-319 所示的虚线图形复制一份，放置的位置如图 4-320 所示。

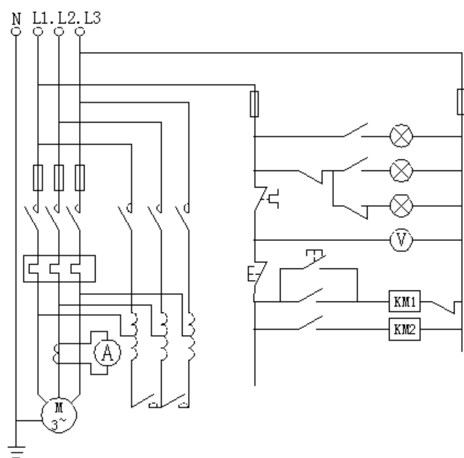


图 4-318 修改文字

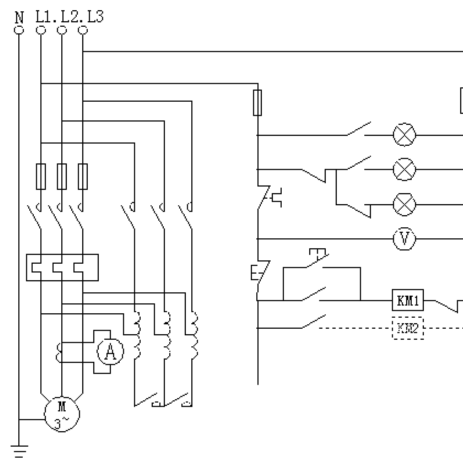


图 4-319 复制的图形

（76）双击刚刚复制的文字“KM2”，在出现的“多行文字编辑器”中把“KM2”改成“KT”，效果如图 4-321 所示。

（77）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 4-322 所示的直线。

（78）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以如图 4-323 所示的虚线为修剪边修剪掉光标所示的直线，效果如图 4-324 所示。

（79）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 4-325 所示的虚线图形复制一份，放置的位置如图 4-326 所示。



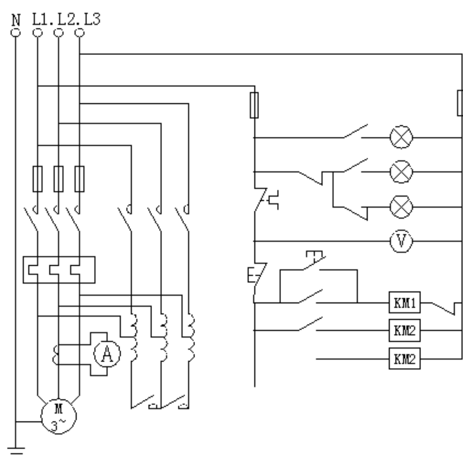


图 4-320　复制的效果

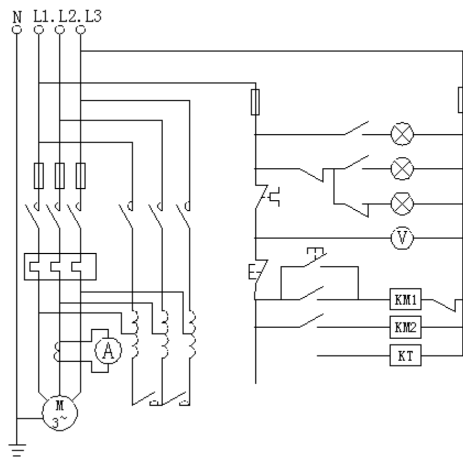


图 4-321　修改的文字

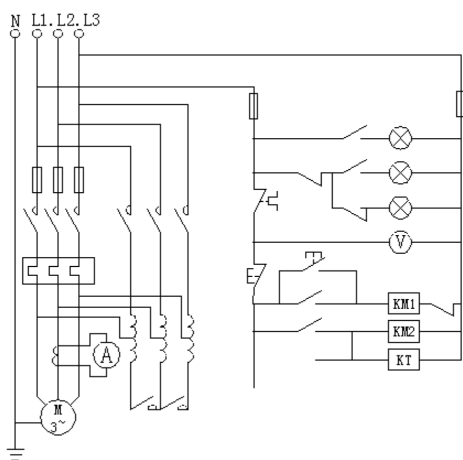


图 4-322　绘制的直线

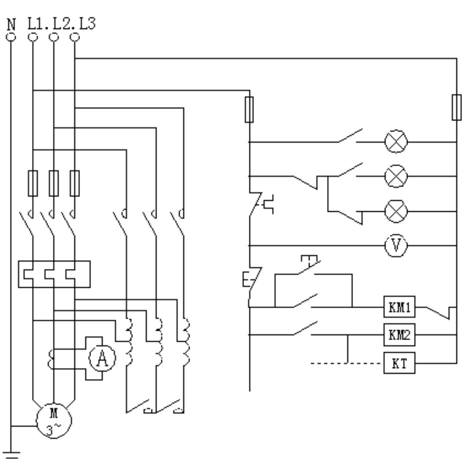


图 4-323　选择的修剪边

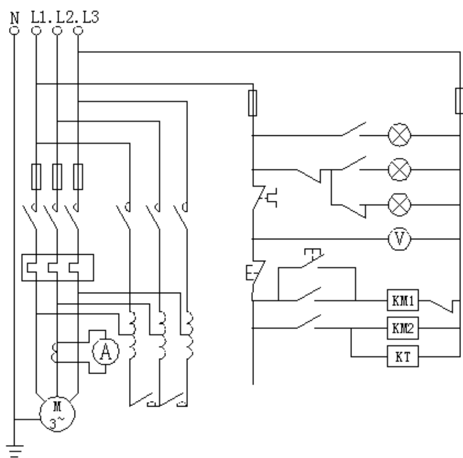


图 4-324　修剪的效果

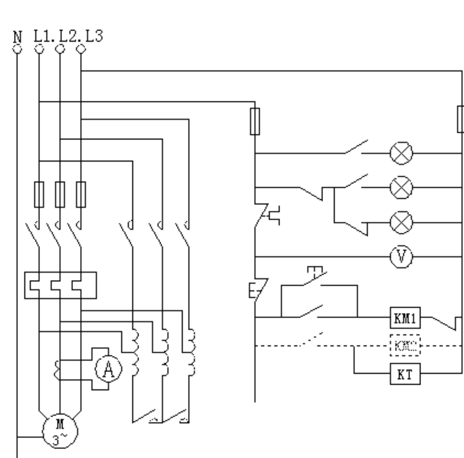


图 4-325　复制的图形

（80）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 4-327 所示的虚线与光标所示的直线之间倒圆角，圆角半径为 0，使其连接起来，效果如图 4-328 所示。

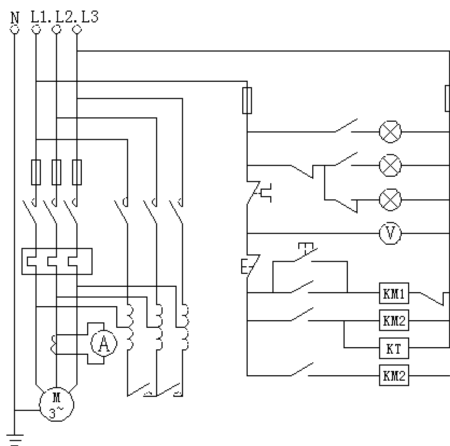


图 4-326　复制的效果

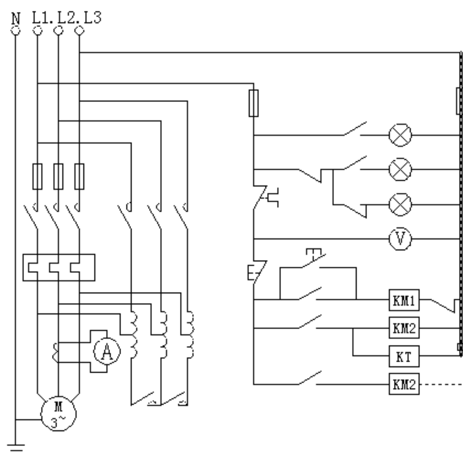


图 4-327　倒圆角的边

（81）双击刚刚复制的文字“KM2”，在出现的“多行文字编辑器”中把“KM2”改成“KA”，效果如图 4-329 所示。

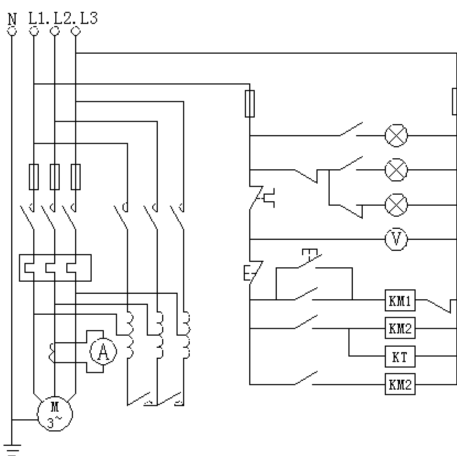


图 4-328　倒圆角的效果

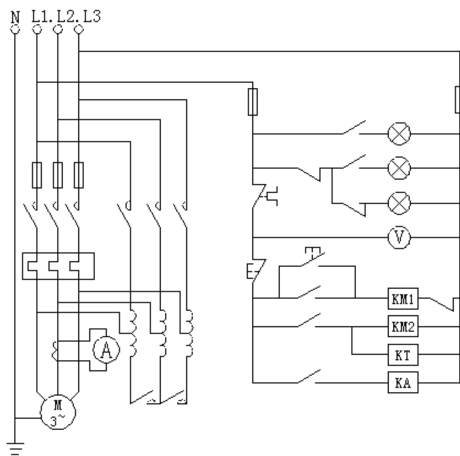


图 4-329　修改的文字

（82）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 4-330 所示的虚线图形复制一份，放置的位置如图 4-331 所示。

（83）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 4-332 所示的虚线与光标所示的直线之间倒圆角，圆角半径为 0，使其连接起来，效果如图 4-333 所示。

（84）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把刚刚复制的直线向上移动，效果如图 4-334 所示。

（85）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以如图 4-335 虚线所示的直线为延伸边界线，延伸光标指示的直线，效果如图 4-336 所示。



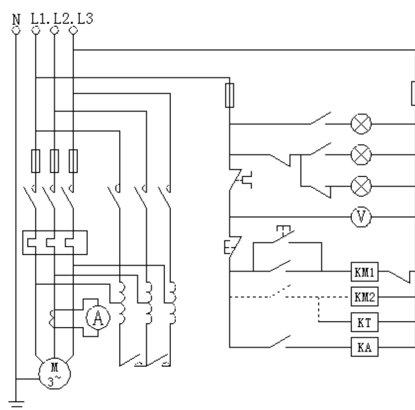


图 4-330　复制的对象

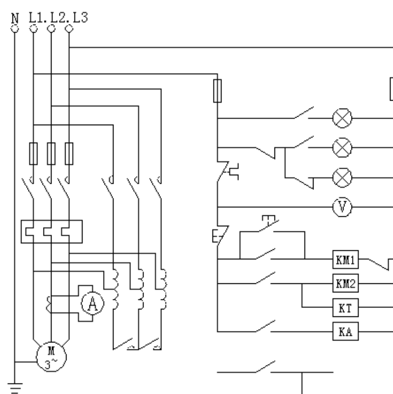


图 4-331　复制的效果

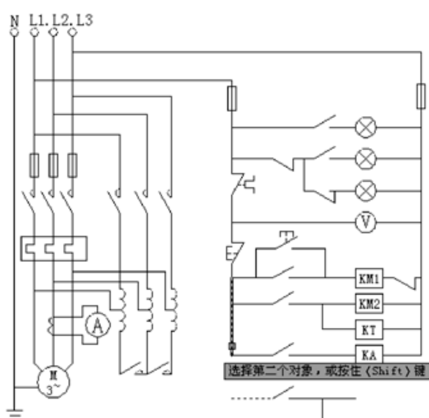


图 4-332　倒圆角的边

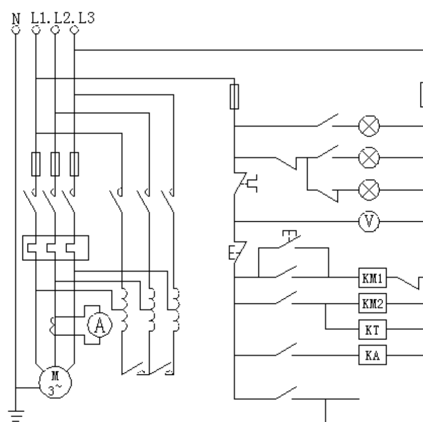


图 4-333　倒圆角的效果

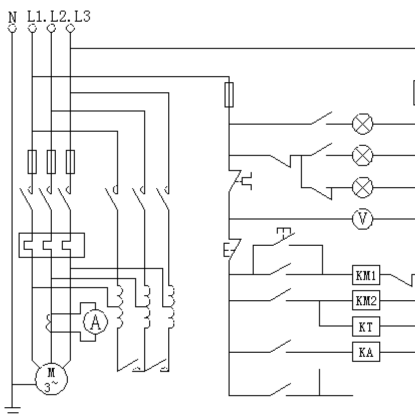


图 4-334　移动的直线

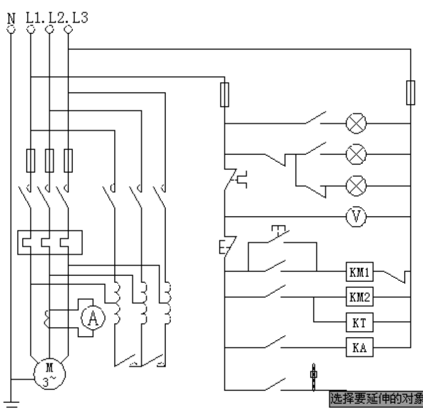


图 4-335　延伸边界线

（86）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，修剪掉多余的直线，效果如图 4-337 所示。



1
2
3
第 4 章
5
6
7
8
9
附录

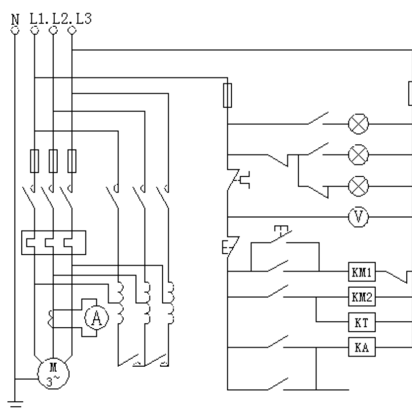


图 4-336　延伸的效果

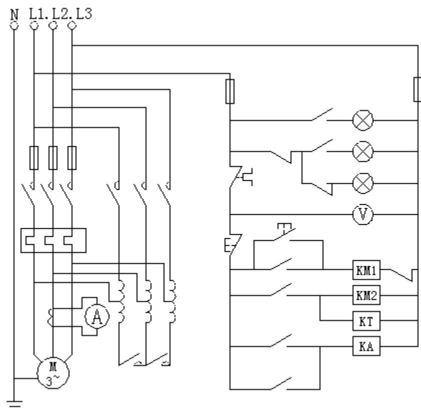


图 4-337　修剪的效果

（87）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 4-338 所示的虚线图形复制一份，放置的位置如图 4-339 所示。

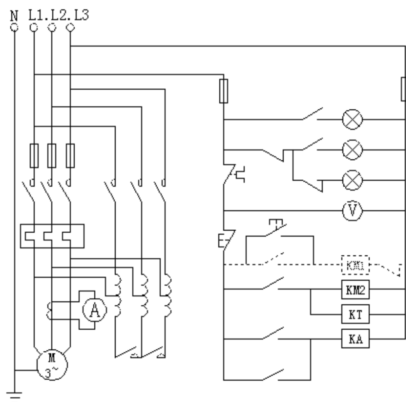


图 4-338　复制的对象

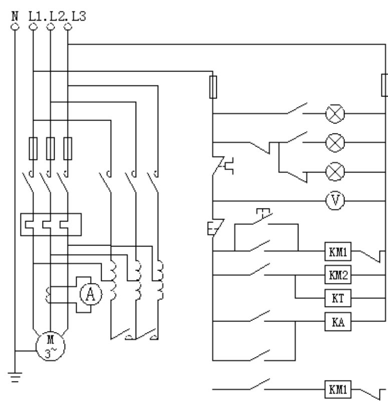


图 4-339　复制的效果

（88）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 4-340 所示的虚线与光标所示的直线之间倒圆角，圆角半径为 0，使其连接起来，效果如图 4-341 所示。

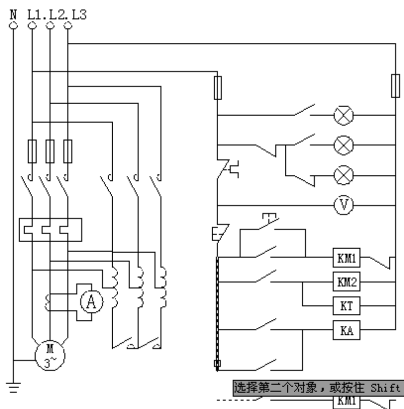


图 4-340　倒圆角的边

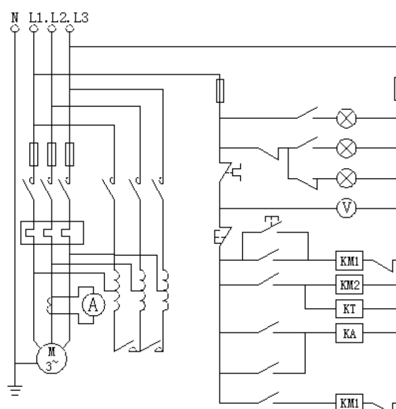


图 4-341　倒圆角的效果



（89）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 4-342 所示的虚线与光标所示的直线之间倒圆角，圆角半径为 0，使其连接起来，效果如图 4-343 所示。

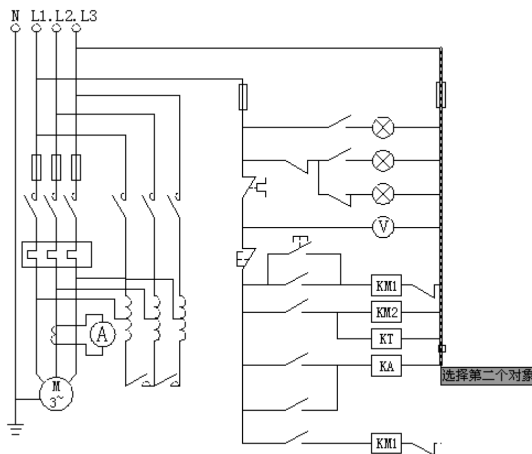


图 4-342　倒圆角的边

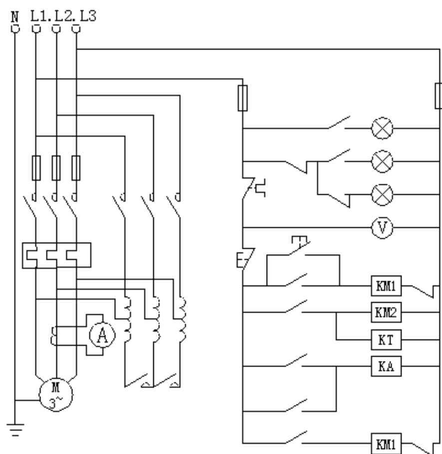


图 4-343　倒圆角的效果

（90）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，相互调换刚刚复制的两个开关的位置，效果如图 4-344 所示。

（91）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，修剪掉多余的线头，效果如图 4-345 所示。

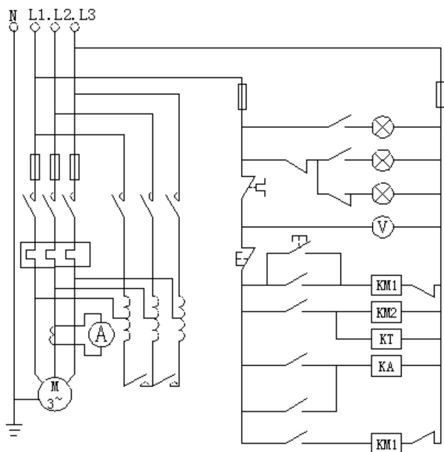


图 4-344　调换开关的位置

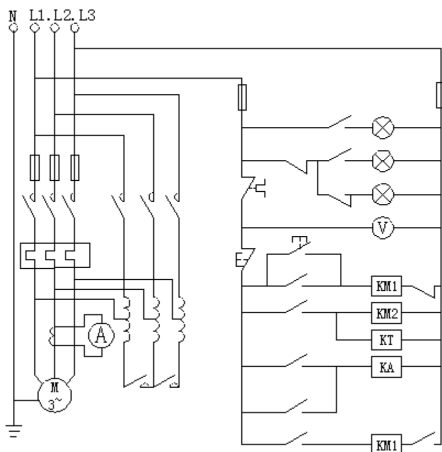


图 4-345　修剪的效果

（92）双击刚刚复制的文字“KM1”，在出现的“多行文字编辑器”中把“KM1”改成“KM3”，效果如图 4-346 所示。

（93）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮和“圆弧”命令按钮，绘制如图 4-347 所示的开关按钮。

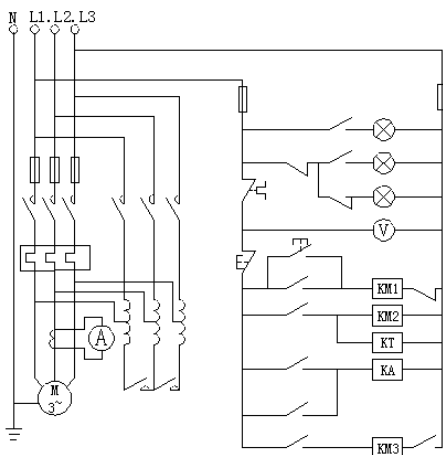


图 4-346 修改的文字

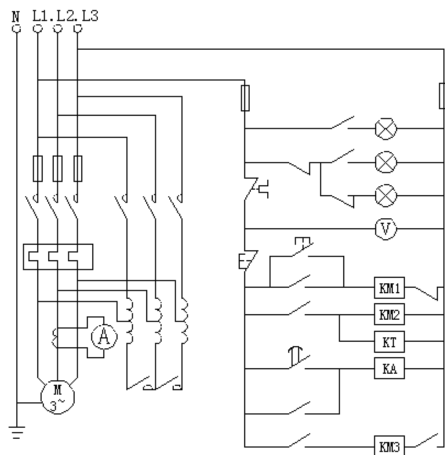


图 4-347 绘制的开关按钮

（94）标注供电电路的符号代号。单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A标注文字，单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，然后单击“注释”标签切换到“注释”选项卡。双击修改复制的文字，效果如图 4-348 所示。

（95）标注控制回路的符号代号。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，双击修改复制的文字，效果如图 4-349 所示。

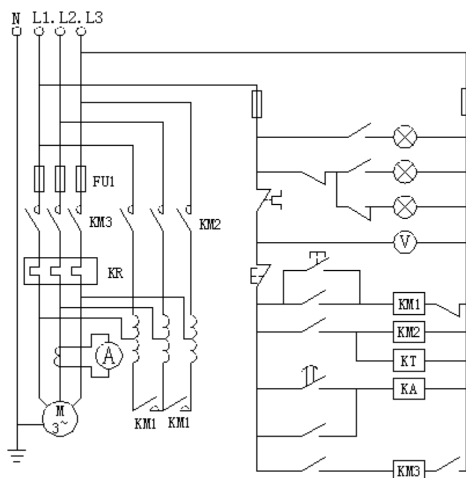


图 4-348 标注的文字

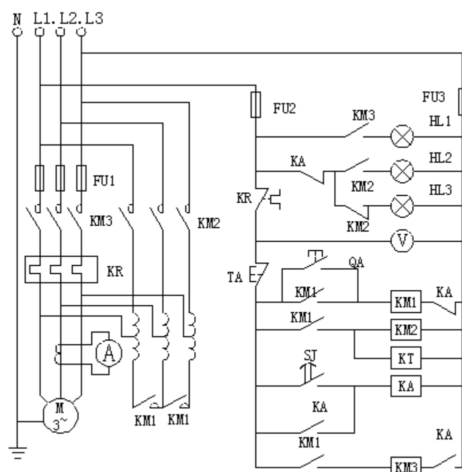


图 4-349 标注的另外文字

（96）标注控制回路的数字。单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A标注数字。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，双击修改复制的数字，效果如图 4-350 所示。

（97）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮和“拉伸”命令按钮修改图形，最终效果如图 4-351 所示。



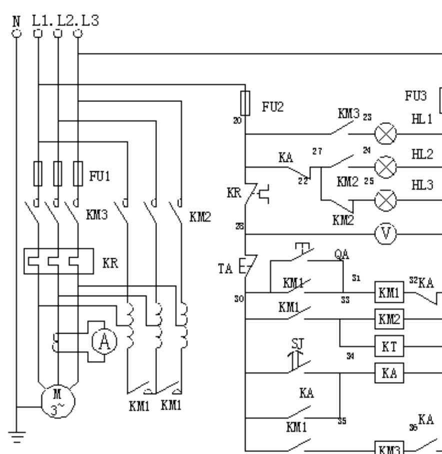


图 4-350　标注的数字

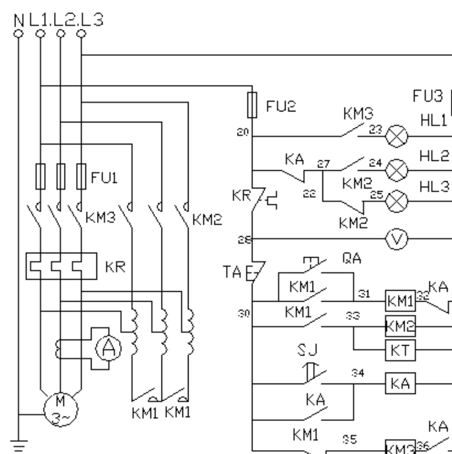


图 4-351　最终效果

1 2 3 4 第 5 章 6 7 8 9 附录

第 5 章　变电和输电工程设计

知识导引

电力从发电厂出来，需要升压后输送给遥远的用户。输电电压一般都很高，从几千伏到几十万伏、上百万伏，用户一般不能直接使用。高压电要先经过变电所变压成为 380V、220V 才能供给厂矿和居民使用。根据这个顺序，本章将详细介绍如何绘制 10kV 线路平面图、10kV 变电所系统图以及低压配电系统图。鉴于变电所是其中重要的枢纽，最后还将介绍如何绘制变电所的电气布置图。

5.1　10kV 线路平面图



制作思路

输送电力是第一项电气工程，电力一般通过电线杆上的高压线输送。在绘制电力输送图时，不仅要绘制线路的主线走向，还要详细绘制每根电线杆的拉线方向。所受拉力不平衡的电线杆，还需要设置拉线进行平衡。

5.1.1　主线

主线是电力送出变压器和电力输入变压器之间的线路。主线可能要跨越高山大河、公路桥梁，这些都需要绘制清楚。绘制步骤如下。

（1）绘制输电变压器符号。单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制$\phi15$ 圆，效果如图 5-1 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，屏幕出现“图案填充和渐变色”面板，按如图 5-2 所示设置参数，给$\phi15$ 圆填充斜剖面线，效果如图 5-3 所示。

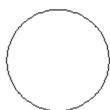


图 5-1　绘制圆

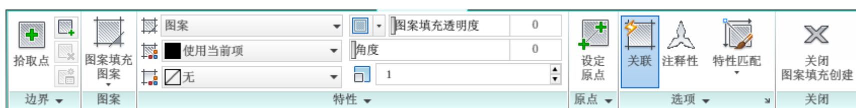


图 5-2　“图案填充和渐变色”面板

（3）绘制电线杆符号。单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制与$\phi15$ 圆同心的$\phi5$ 圆，效果如图 5-4 所示。

（4）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把$\phi5$ 圆向右边移动距离 15，效果如图 5-5 所示。

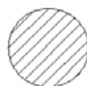


图 5-3　图案填充



（5）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把$\phi 5$圆向右复制一份，复制距离为20，效果如图 5-6 所示。

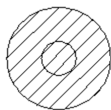


图 5-4　绘制圆

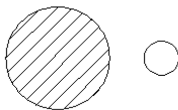


图 5-5　移动圆

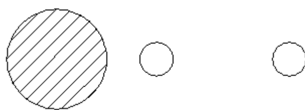


图 5-6　复制圆

（6）绘制电线。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 5-7 所示象限点，端点在如图 5-8 和图 5-9 所示象限点的直线，效果如图 5-10 所示。

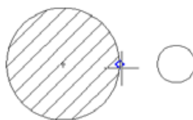


图 5-7　捕捉起点

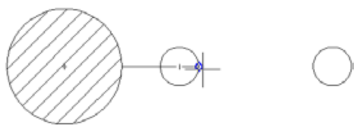


图 5-8　捕捉一个端点

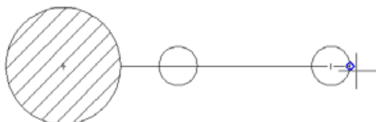


图 5-9　捕捉另一个端点

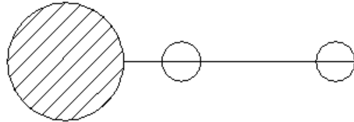


图 5-10　绘制直线

（7）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，屏幕出现如图 5-11 所示的“阵列”对话框，设置各项数值，把图 5-10 所示右边的$\phi 5$圆和其左边的直线阵列 4 列，列距为 20，效果如图 5-12 所示。

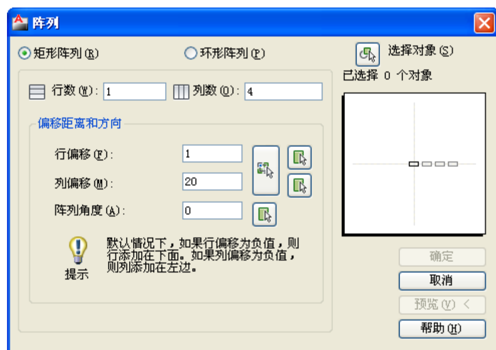


图 5-11　“阵列”对话框

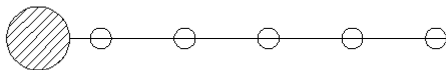


图 5-12　阵列图形

（8）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 5-13 所示两个虚线$\phi 5$圆为修剪边，修剪掉它里边的线头，结果如图 5-14 所示。

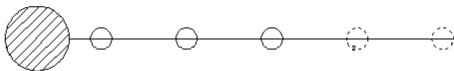


图 5-13　捕捉线头

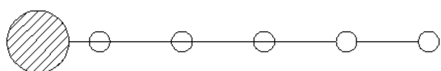


图 5-14　修剪线头

（9）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，以图 5-15 光标所示的圆心为旋转基点，把虚线所示的图形旋转-3°，结果如图 5-16 所示。

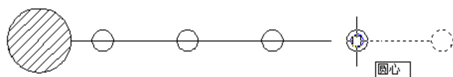
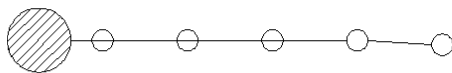
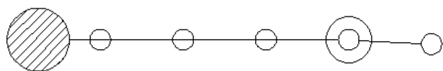


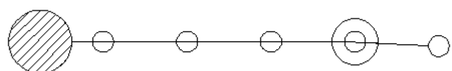
图 5-15　捕捉圆心


图 5-16　旋转图形

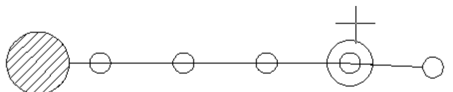
（10）绘制平衡拉线，它用于平衡电杆受到的拉力。单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把右边第 2 个圆向外边偏移复制一份，复制距离为 3，效果如图 5-17 所示。

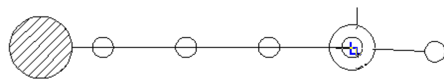
（11）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制两端分别在右边两段直线与偏移复制的圆的交点的连线，效果如图 5-18 所示。


图 5-17　偏移复制圆

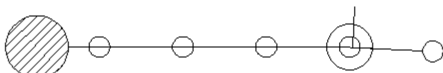

图 5-18　绘制直线

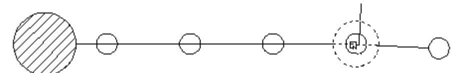
（12）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 5-19 所示位置，终点在如图 5-20 所示垂足的直线，效果如图 5-21 所示。


图 5-19　捕捉起点

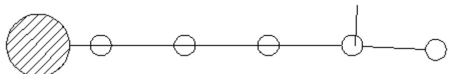

图 5-20　捕捉垂足

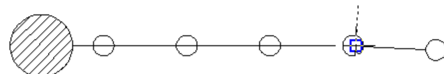
（13）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除如图 5-22 所示虚线图形，效果如图 5-23 所示。


图 5-21　绘制垂线

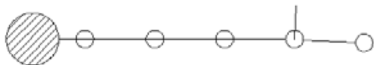

图 5-22　指示图形

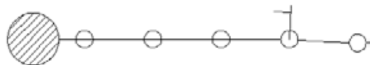
（14）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把所绘制的垂线以图 5-24 所示下边端点为移动基准点，以圆心为移动目标点进行移动，效果如图 5-25 所示。


图 5-23　删除图形


图 5-24　捕捉端点

（15）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制一条垂直于所绘垂线的短直线，效果如图 5-26 所示。


图 5-25　移动垂线


图 5-26　绘制直线



（16）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，以刚才绘制短直线的中点为移动基准点，以图 5-27 所示端点为移动目标点进行移动，效果如图 5-28 所示。



图 5-27　捕捉端点



图 5-28　移动直线

（17）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 5-29 虚线所示圆为修剪边，修剪掉它里边的线头作为平衡拉线，结果如图 5-30 所示。

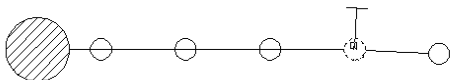


图 5-29　捕捉线头



图 5-30　修剪线头

（18）绘制电线杆和导线。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 5-31 所示端点为复制基准点，以图 5-32 所示的象限点为复制目标点，把虚线所示的图形向右复制一份，效果如图 5-33 所示。

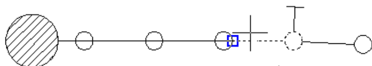


图 5-31　捕捉端点

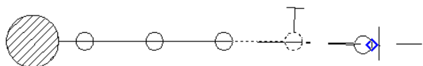


图 5-32　捕捉象限点

（19）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，以图 5-34 光标所示的圆心为旋转基点，把虚线所示的图形顺时针旋转 21°，结果如图 5-35 所示。

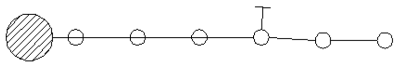


图 5-33　复制图形

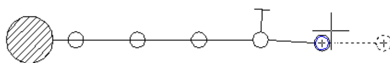


图 5-34　捕捉圆心

（20）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 5-36 所示端点为复制基准点，以图 5-37 所示的端点为复制目标点，把虚线所示的图形向右复制一份，效果如图 5-38 所示。

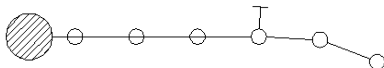


图 5-35　旋转图形

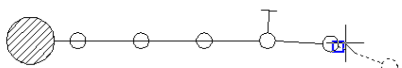


图 5-36　捕捉复制基准点

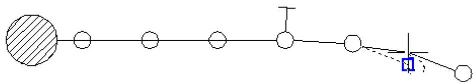


图 5-37　捕捉复制目标点

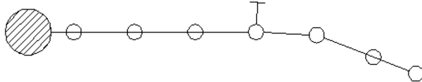
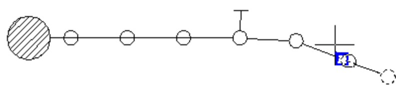
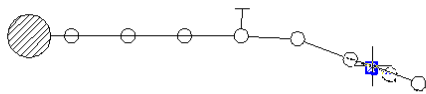
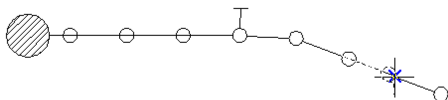


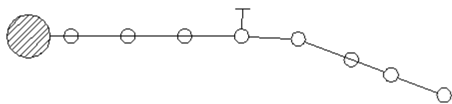
图 5-38　复制图形

（21）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 5-39 所示端点为复制基准点，以图 5-40 所示的端点和图 5-41 所示的交点为复制目标点，把虚线所示的图形向右复制一份，效果如图 5-42 所示。


图 5-39　捕捉端点


图 5-40　捕捉延伸外观交点


图 5-41　捕捉交点


图 5-42　复制图形

（22）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，以图 5-43 光标所示的圆心为旋转基点，把虚线所示的图形顺时针旋转 47°，结果如图 5-44 所示。

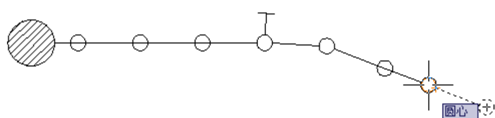
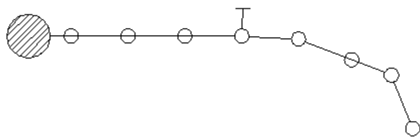


图 5-43　捕捉圆心


图 5-44　旋转图形

（23）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 5-45 所示端点为复制基准点，以图 5-46 所示的端点为复制目标点，把虚线所示的图形向右复制一份，效果如图 5-47 所示。

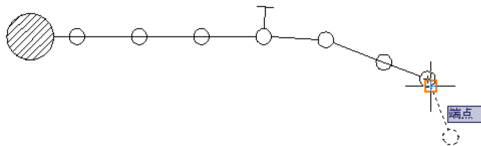


图 5-45　捕捉端点

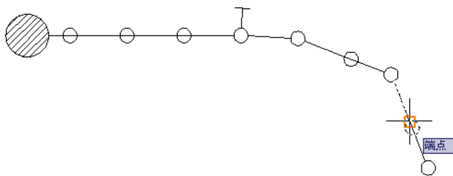
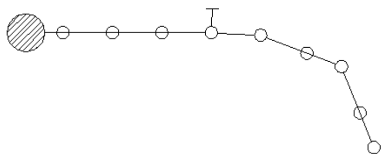


图 5-46　捕捉复制目标点

（24）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 5-48 所示端点为复制基准点，以图 5-49 和图 5-50 所示的延伸外观交点、交点为复制目标点，把虚线所示的图形向右复制一份，效果如图 5-51 所示。


图 5-47　复制图形

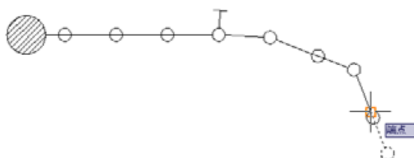


图 5-48　捕捉端点



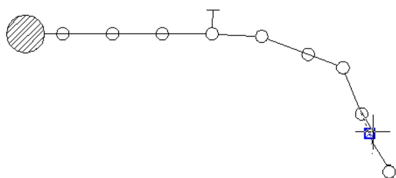


图 5-49　捕捉延伸外观交点

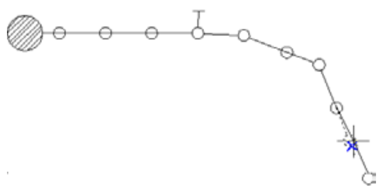


图 5-50　捕捉交点

（25）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，以图 5-52 光标所示的圆心为旋转中心，把虚线所示的图形逆时针旋转 45°，结果如图 5-53 所示。

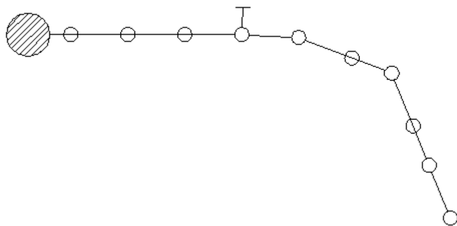


图 5-51　复制图形

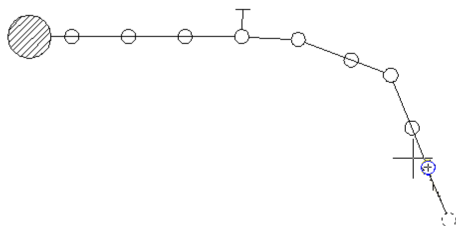


图 5-52　捕捉圆心

（26）在命令行窗口输入命令“lengthen”，把如图 5-54 光标所示的线头拉长 20，结果如图 5-55 所示。

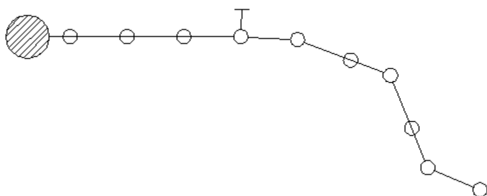


图 5-53　旋转图形

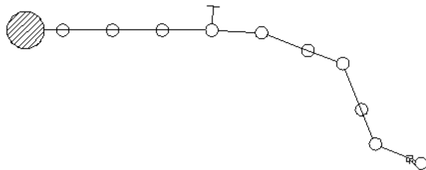


图 5-54　捕捉线头

（27）绘制用电变压器。单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制圆心在右边直线端点的ϕ15 圆，效果如图 5-56 所示。

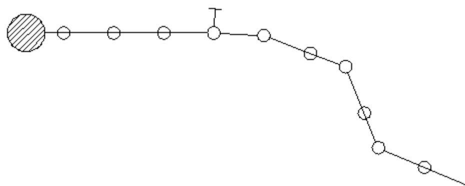


图 5-55　延长线头

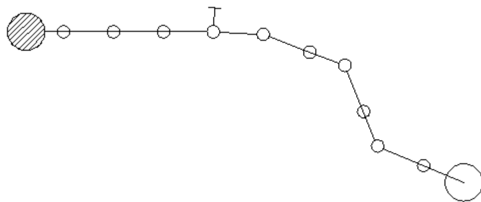


图 5-56　绘制圆

（28）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以ϕ15 圆为修剪边，修剪掉它里边的线头，结果如图 5-57 所示。

（29）参考第 4 根电杆的平衡拉线绘制方法，绘制第 5 根电杆的平衡拉线，结果如图 5-58 所示。



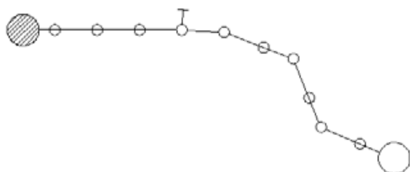


图 5-57 修剪线头

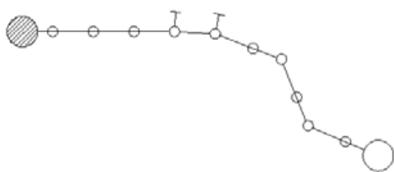


图 5-58 绘制平衡拉线

5.1.2 细节

每根电线杆之间的线路长度，电线杆的受力情况和角度都是需要表达清楚的。下面的绘图操作中详细绘制了这些细节。

（1）绘制转角大的电线杆的平衡拉线，这里需要绘制两条平衡拉线。局部放大如图 5-59 所示的框选图形，预备下一步操作，效果如图 5-60 所示。

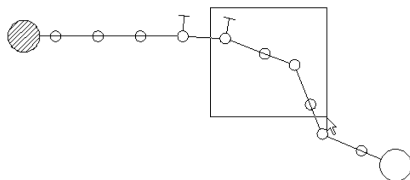


图 5-59 框选图形

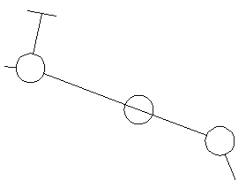


图 5-60 局部放大

（2）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把左边的平衡拉线向右复制两份，效果如图 5-61 所示。

（3）在“菜单浏览器”中，选择“修改”→“三维操作”→“对齐”菜单命令，按命令行的提示操作，把一个平衡拉线对齐到线路上。

```
命令: _align
选择对象: 指定对角点: 找到 2 个（选择平衡拉线）
选择对象:（按〈Enter〉键）
指定第一个源点: （捕捉如图 5-62 所示端点）
指定第一个目标点: （捕捉如图 5-63 所示最近点）
指定第二个源点: （捕捉如图 5-64 所示端点）
指定第二个目标点: （捕捉如图 5-65 所示端点）
指定第三个源点或 <继续>:（按〈Enter〉键）
是否基于对齐点缩放对象？[是(Y)/否(N)] <否>:（按〈Enter〉键）
```

过程效果如图 5-66 所示，对齐效果如图 5-67 所示。

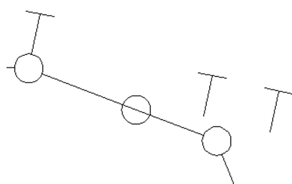


图 5-61 复制图形

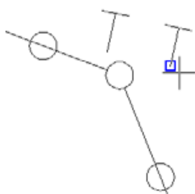


图 5-62 捕捉第一个源点

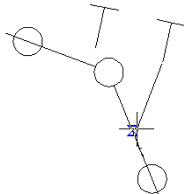
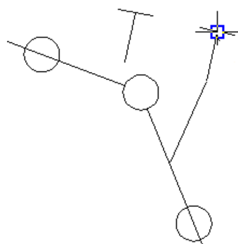
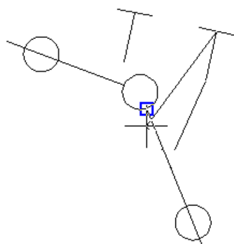
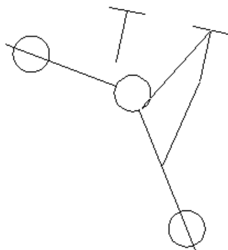


图 5-63 捕捉第一个目标点

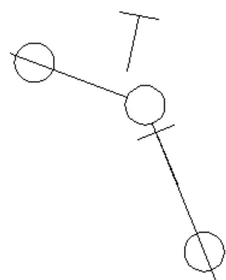


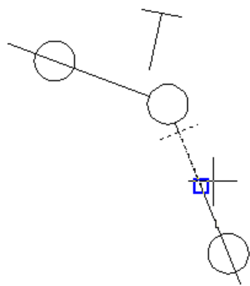

图 5-64　捕捉第二个源点

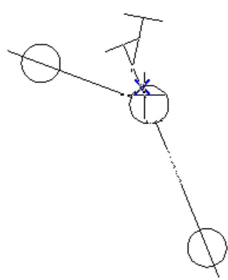

图 5-65　捕捉第二个目标点


图 5-66　对齐线

（4）在“菜单浏览器”中选择“修改”→“移动”命令按钮，把对齐的平衡拉线以如图 5-68 所示端点为移动基准点，以下边线路在如图 5-69 所示位置的延伸交点为移动目标点进行移动，效果如图 5-70 所示。

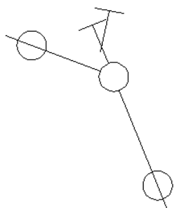

图 5-67　对齐平衡拉线

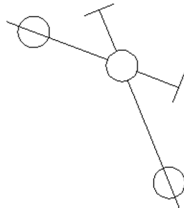

图 5-68　捕捉移动基准点

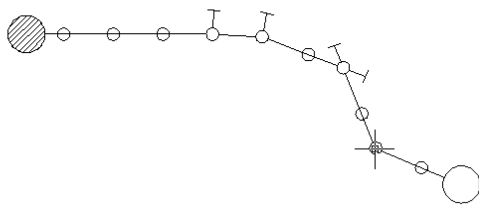

图 5-69　捕捉移动目标点

（5）参考以上操作方法，绘制左边线路的平衡拉线，效果如图 5-71 所示。

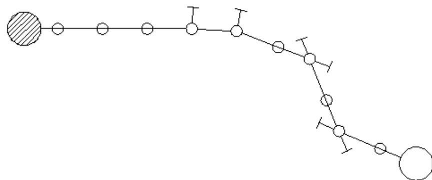
（6）参考以上绘制平衡拉线的操作方法，绘制如图 5-72 光标所示电线杆的平衡拉线，效果如图 5-73 所示。

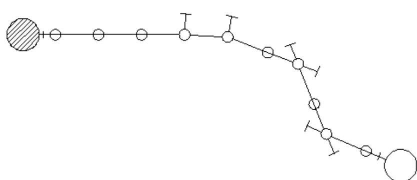

图 5-70　移动平衡拉线


图 5-71　绘制平衡拉线


图 5-72　指示电线杆

（7）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制两个变压器旁边线路上的垂直短线表示接线排，效果如图 5-74 所示。


图 5-73　绘制新平衡拉线


图 5-74　绘制垂直短线



（8）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制第 2 根电杆右边的两条垂直线表示公路，效果如图 5-75 所示。

（9）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在两个变压器附近标注变压器的参数，效果如图 5-76 所示。

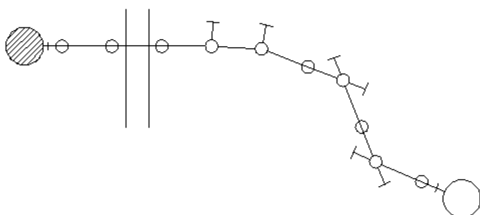


图 5-75　绘制公路

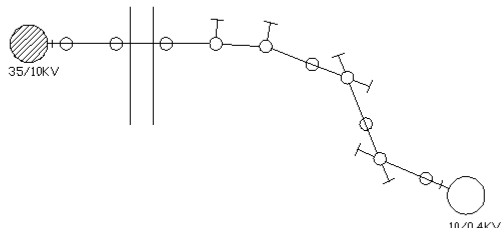


图 5-76　标注参数

（10）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在各个电线杆附近标注其序号和型号，效果如图 5-77 所示。

（11）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注各条线路的长度，效果如图 5-78 所示。

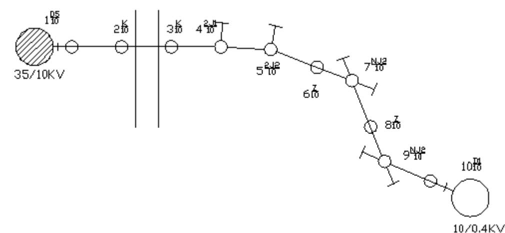


图 5-77　标注电线杆参数

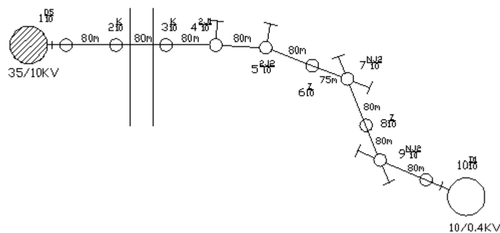


图 5-78　标注线路长度

（12）单击“注释”面板中的“角度”命令按钮，标注线路的转角，阶段效果如图 5-79 所示。

（13）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注导线的型号，效果如图 5-80 所示。

（14）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制导线型号文字指向导线的直线，效果如图 5-81 所示。

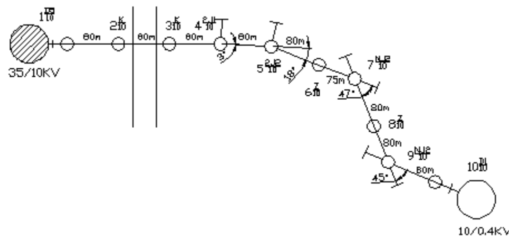


图 5-79　标注线路的转角

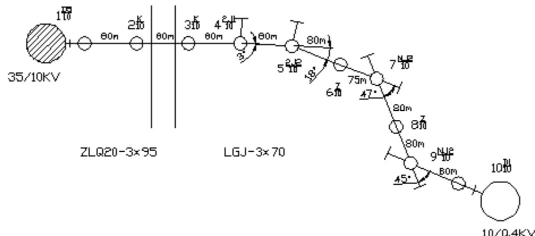


图 5-80　标注导线的型号



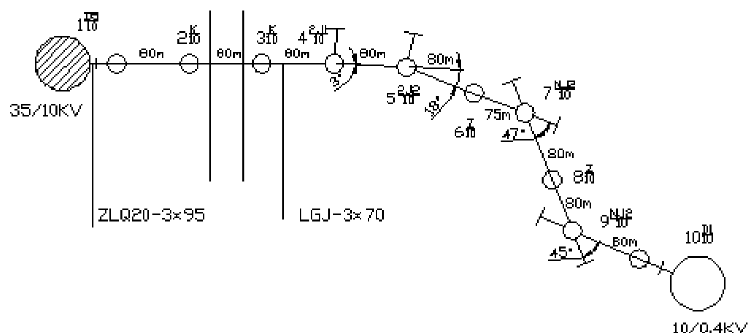


图 5-81　绘制直线

5.2　10kV 变电所系统图



制作思路

变电所的电气原理图有两种：一种是简单的系统图，表明变电所的大致工作原理；一种是更详细阐述电气原理的接线图。本例先绘制系统图，再绘制电气主接线图。

5.2.1　系统图

变电所的工作原理是，电力通过具有自保护功能的高压开关接入变压器进行变压。整套设备都要接地良好。在下面系统图的绘制工作中清晰地表达了这些要求。绘制步骤如下。

（1）完善开关。从以前绘制的图形中复制如图 5-82 所示的元器件符号，准备绘制线路。

（2）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，在开关旁边绘制一个矩形，效果如图 5-83 所示。

（3）在“菜单浏览器”中选择“修改”→“三维操作”→“对齐”菜单命令，按命令行的提示操作，把一个平衡拉线对齐到线路上。

```
命令: _align
选择对象: 指定对角点: 找到 1 个（选择平衡拉线）
选择对象:（按〈Enter〉键）
指定第一个源点: （捕捉矩形上边中点）
指定第一个目标点: （捕捉如图 5-84 所示最近点）
指定第二个源点: （捕捉矩形下边中点）
指定第二个目标点: （捕捉如图 5-85 所示最近点）
指定第三个源点或 <继续>:（按〈Enter〉键）
是否基于对齐点缩放对象？[是(Y)/否(N)] <否>:（按〈Enter〉键）
```

中间过程如图 5-86 所示，对齐效果如图 5-87 所示。

（4）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 5-87 所示的短直线为接地线。

（5）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 5-88 所示位置，与矩形垂直的直线，效果如图 5-89 所示。



图 5-82 贴入符号

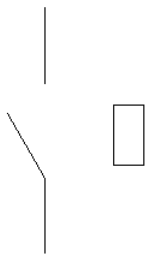


图 5-83 绘制矩形

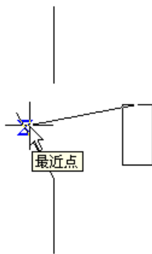


图 5-84 捕捉第一目标点

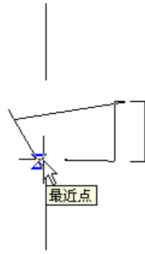


图 5-85 捕捉第二目标点

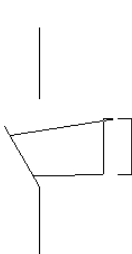


图 5-86 对齐线



图 5-87 对齐矩形并绘制接地线

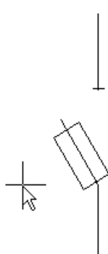


图 5-88 捕捉起点

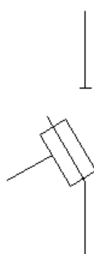


图 5-89 绘制垂线

（6）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把箭头复制到开关旁边，效果如图 5-90 所示。

（7）参考以前对齐平衡拉线的方法，对齐箭头，效果如图 5-91 所示。

（8）在命令行窗口输入命令“lengthen”，把上边的线头适当拉长，效果如图 5-92 所示。

（9）绘制表示电力输入方向的箭头。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把箭头向上复制一份，效果如图 5-93 所示。

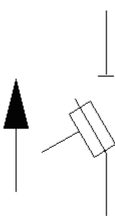


图 5-90 复制箭头

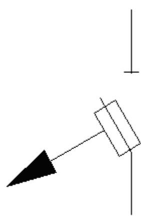


图 5-91 对齐箭头

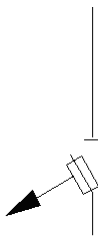


图 5-92 拉长线头

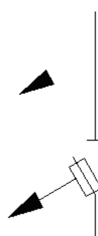


图 5-93 复制箭头

（10）参考以前对齐平衡拉线的方法，把复制的箭头对齐到上边线头上，效果如图 5-94 所示。

（11）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，在上边线头上绘制 3 条短斜线表示此线路实际为三相线，效果如图 5-95 所示。

（12）在“菜单浏览器”中选择“视图”→“三维视图”→“俯视”菜单命令，显示全部图形，效果如图 5-96 所示。



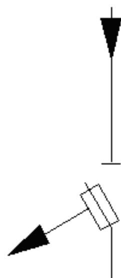


图 5-94　对齐箭头

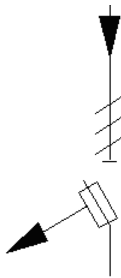


图 5-95　绘制 3 条短斜线

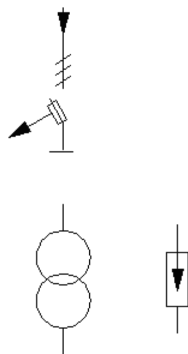


图 5-96　显示全部图形

（13）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，使用直线连接各个元器件组织线路，效果如图 5-97 所示。

（14）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，在下边线头上绘制 3 条短斜线表示出线也为三相线，效果如图 5-98 所示。

（15）从以前绘制的图形中复制一个接地线符号，并安装在避雷器下边，如图 5-99 所示。

（16）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮 A，标注各个元器件的代号，结果如图 5-100 所示。

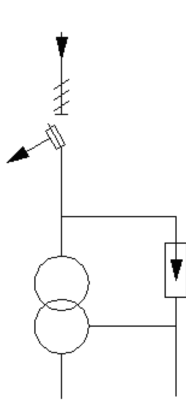


图 5-97　连接元器件

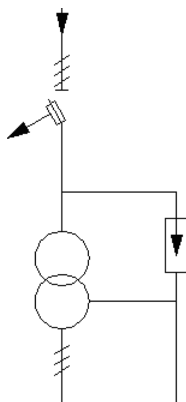


图 5-98　绘制 3 条短斜线

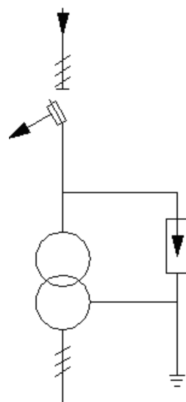


图 5-99　安装接地线

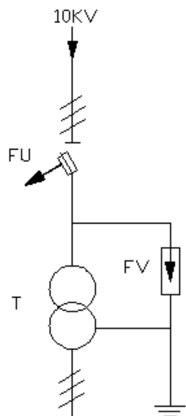


图 5-100　标注文字

5.2.2　电气主接线图

高压电需要经过配电设备接入变压器才能变压。高压配电设备接入高压母线，然后接入高压监测设备、变压设备。变压设备可能不只一套。每套变压设备输出的低压电力接入各自的低压母线，然后输送给用电设备。

1. 高压 10kV 配电装置

高压电进入变电所，需要经过若干高压电气设备。为了避免雷暴袭击，要使高压线通过避雷设备。为了在过载、过流等情况下自动断开线路，需要使高压线通过保护线路。下面绘

制的高压 10kV 配电装置电气图清晰地表达了这些要求。绘制步骤如下。

（1）从以前绘制的图形中复制如图 5-101 所示的元器件符号，准备绘制隔离开关线路。

（2）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以接地线符号中的一条短直线中点为复制基准点，如图 5-102 和图 5-103 所示的端点为复制目标点，把它复制两份，形成两个自动断路器开关，效果如图 5-104 所示。

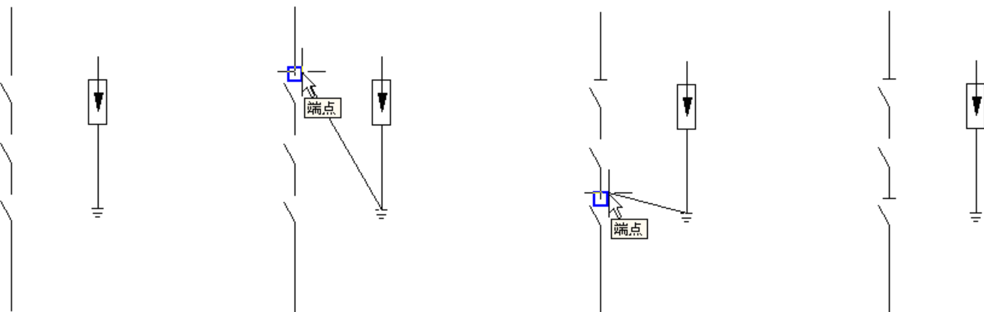


图 5-101　贴入元器件符号　图 5-102　捕捉一个端点　图 5-103　捕捉另一个端点　图 5-104　复制直线

（3）绘制一个断路器。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，在如图 5-105 所示端点绘制交叉的斜直线，效果如图 5-106 所示。

（4）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在线路中绘制一个圆，然后单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，从圆的左边象限点绘制水平向左的短直线，形成电流互感器，效果如图 5-107 所示。

（5）单击“移动”命令按钮和“拉伸”命令按钮，适当调整图形，使其紧凑整齐。然后单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮绘制直线，效果如图 5-108 所示。

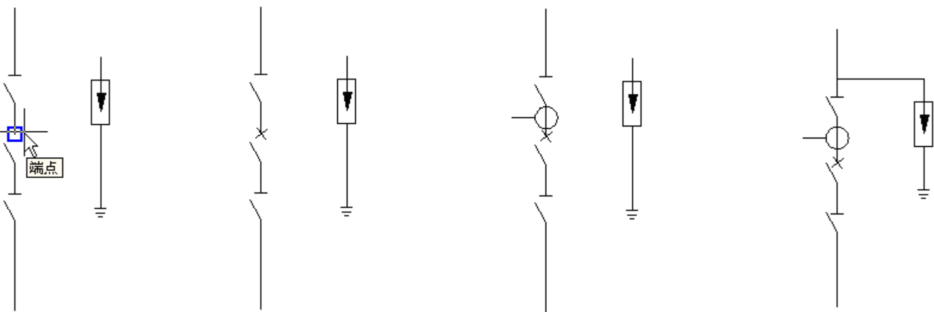


图 5-105　指示端点　图 5-106　绘制斜直线　图 5-107　绘制电流互感器　图 5-108　调整图形

（6）单击“图层”面板中的“图层特性”命令按钮，设置一个使用短画线的“功能框”图层，如图 5-109 所示，单击“置为当前”按钮，使它转入现役。

（7）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制包含所有元器件的矩形，效果如图 5-110 所示。

2．变压设备

变压设备是变电所的主要工作设备，其中心设备是变压器。为了使变压器长期、正常地工作，要给变压器配备各种保护设备、接地设备、电压、电流、负载监测设备。绘制步骤如下。



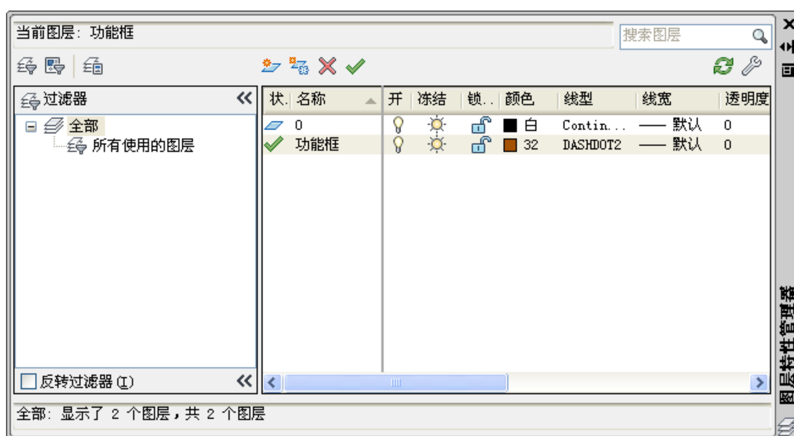


图 5-109　设置“功能框”图层

（1）在“图层”面板中的“图层控制”下拉列表框中选择“0”图层，如图 5-111 所示，使其转入现役图层。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制一条横线作为高压母线，效果如图 5-112 所示。

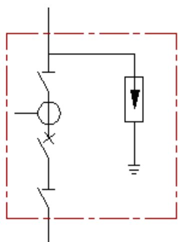


图 5-110　绘制矩形

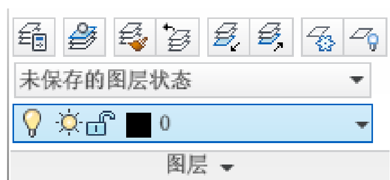


图 5-111　选择图层

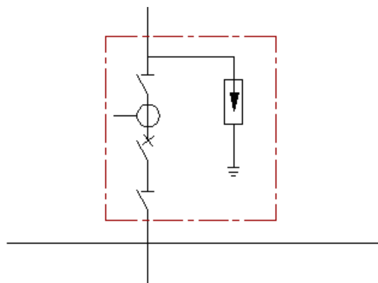


图 5-112　绘制母线

（3）绘制高压母线的引出线。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，在母线左边绘制一条向下的垂直直线，效果如图 5-113 所示。

（4）绘制直接连接高压母线的三相电抗器，用于改善功率系数。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 5-114 所示象限点为复制基准点，以之前绘制的直线下端点为复制目标点，把虚线所示的圆复制一份，效果如图 5-115 所示。

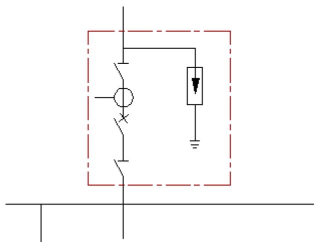


图 5-113　绘制直线

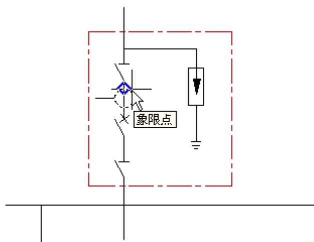


图 5-114　捕捉象限点

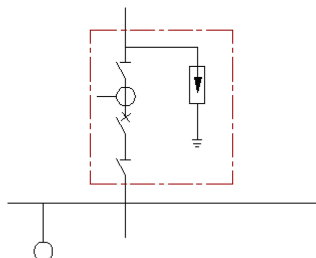
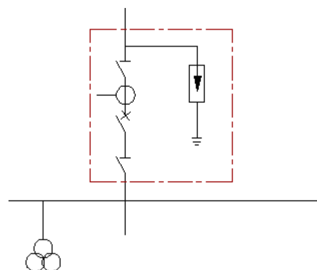


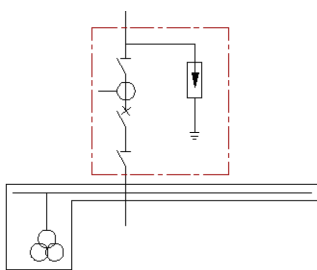
图 5-115　复制圆

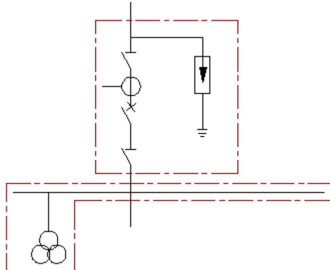
（5）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，以所复制的圆的下边象限点为阵列中心，把该圆环形阵列 3 个，效果如图 5-116 所示。

（6）单击“绘图”面板中的“多段线”命令按钮，绘制一条封闭的多段线把母线和阵列的圆框起来，效果如图 5-117 所示。

（7）单击“特性”面板中的“特性匹配”命令按钮，把刚才绘制的线框转换成褐色短画线，效果如图 5-118 所示。

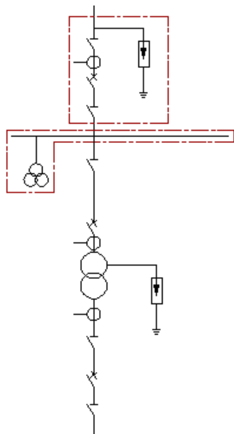

图 5-116　阵列圆

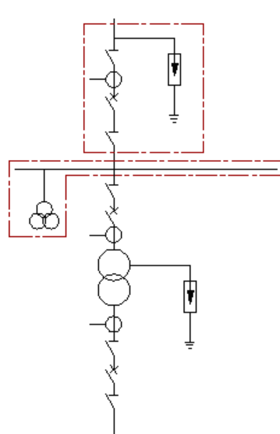

图 5-117　绘制线框


图 5-118　转换线型

（8）从以前绘制的图形中复制如图 5-119 所示的元器件符号，组成第一条变压线路。

（9）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，调整线路上的图形，使其紧凑，效果如图 5-120 所示。


图 5-119　第一条变压线路


图 5-120　调整图形

（10）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制包含第一条变压线路所有元器件的矩形，然后把刚才绘制的线框转换成褐色短画线，效果如图 5-121 所示。

（11）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把刚才转化的线框向右复制一份，作为第二条变压线路的线框，效果如图 5-122 所示。

（12）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，从母线上向第二条变压线路线框内绘制一条直线，以示该线路存在，效果如图 5-123 所示。

（13）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把母线框以及内部其他元器件向下复制一份，并绘制低压母线，效果如图 5-124 所示。



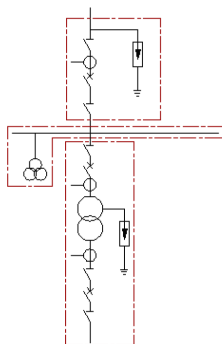


图 5-121　绘制线框

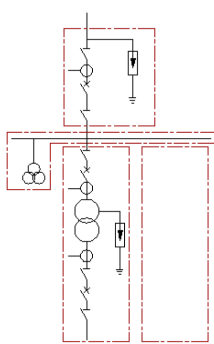


图 5-122　复制线框

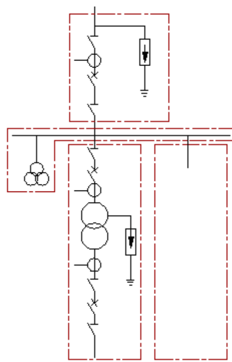


图 5-123　绘制直线

（14）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把低压母线框内的圆向下复制一份，形成变压器符号，效果如图 5-125 所示。

（15）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，从低压母线上绘制一条垂直向下的直线，效果如图 5-126 所示。

（16）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，把刚才绘制的直线向右阵列 5 列，列距为 8，效果如图 5-127 所示。

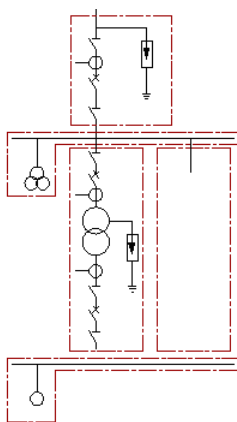


图 5-124　复制母线框

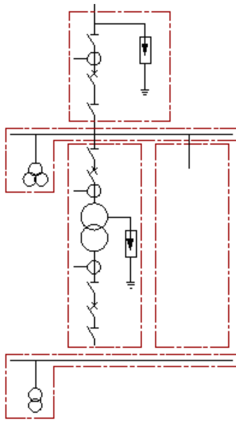


图 5-125　复制圆

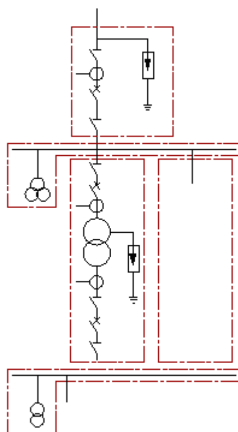


图 5-126　绘制直线

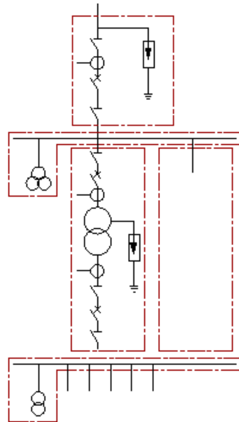


图 5-127　阵列直线

（17）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，把第一条变压线路下边直线延伸到低压母线上，效果如图 5-128 所示。

（18）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮 A，在高压隔离开关框上标注代号“=WL1”，以及高压母线的代号和参数，结果如图 5-129 所示。

（19）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，调整线路上的图形，使其整齐紧凑，又可以留出标注文字的位置，效果如图 5-130 所示。

（20）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮 A，在图中标注其他文字，结果如图 5-131 所示。

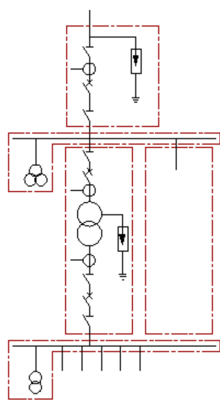


图 5-128　延伸直线

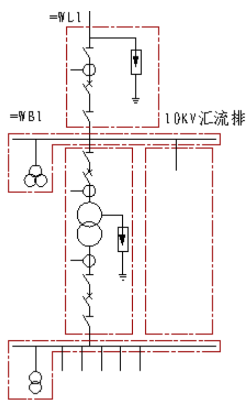


图 5-129　标注文字

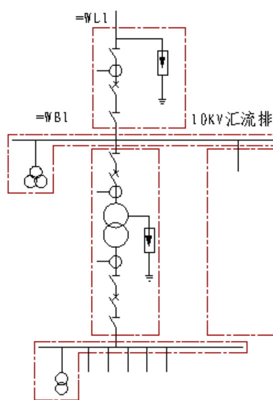


图 5-130　调整图形

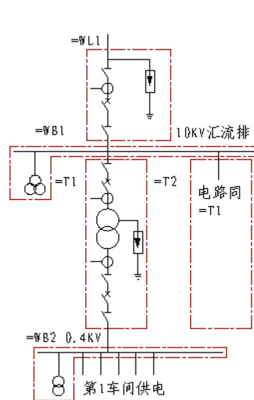


图 5-131　标注其他文字

5.3　低压配电系统图

 制作思路

变电所输出的低压电可以直接输送给用电设备使用。可以使低压电先通过隔离变压器进行 1∶1 变压，然后汇流到低压母线上。从母线上接出各条低压线路，供用户使用，还需要安装保护、检测电路，以便监测、保护电网。本例先绘制进线图，再绘制支线图。

5.3.1　进线

低压进线也需要进行保护和接地，绘制步骤如下。

（1）从以前绘制的图形中复制如图 5-132 所示元器件符号，准备绘制进线主线路。

（2）单击“移动”命令按钮和“直线”命令按钮，把元器件符号组装成线路，效果如图 5-133 所示。

（3）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮 A，在线路中标注元器件的代号等文字，结果如图 5-134 所示。

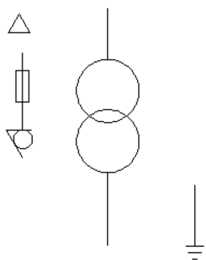


图 5-132　贴入元器件符号

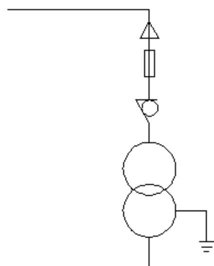


图 5-133　组装线路

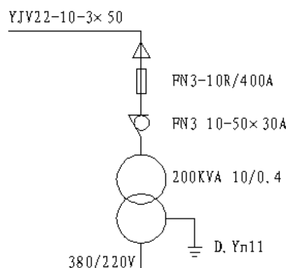


图 5-134　标注文字

（4）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制一条横直线作为变压器出线上的汇流线，效果如图 5-135 所示。



（5）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注汇流线的型号，结果如图 5-136 所示。

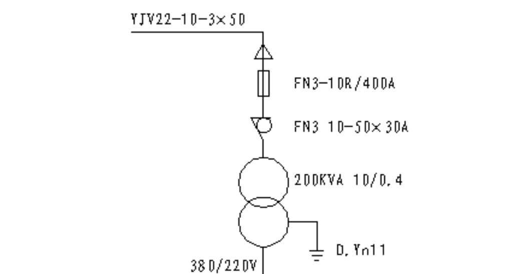


图 5-135　绘制汇流线

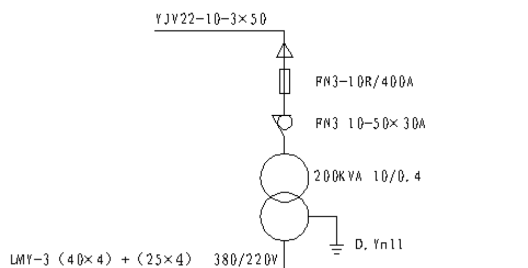


图 5-136　标注汇流线的型号

5.3.2　支线

由于用电设备的需求不同，即使同一电压的线路也要安装不同的保护、检测设备。操作步骤如下。

（1）从以前绘制的图形中复制如图 5-137 所示元器件符号，放在低压母线下面，准备绘制一条支路。

（2）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把这些元器件符号组织成线路，效果如图 5-138 所示。

（3）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把线路向右复制 5 份，效果如图 5-139 所示。

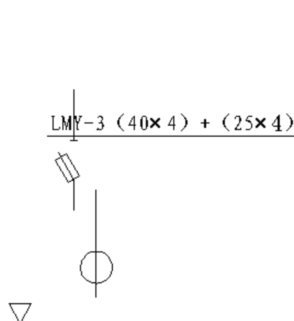


图 5-137　贴入符号

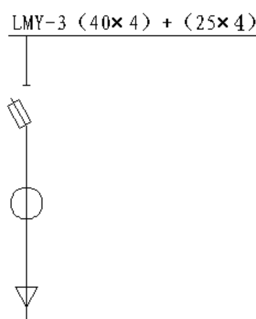


图 5-138　组织线路

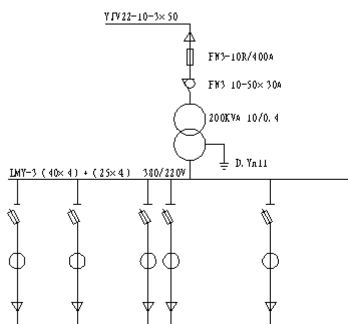


图 5-139　复制线路

（4）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把左边第 2 条线路适当调整成如图 5-140 所示样式。

（5）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把调整后的线路向两边各复制一份，效果如图 5-141 所示。

（6）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制连接左边 3 条支路的连线，效果如图 5-142 所示。



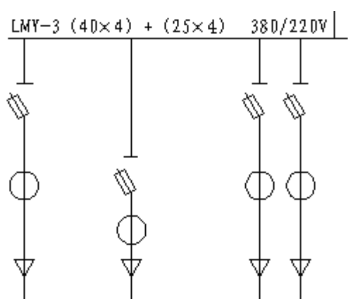


图 5-140　调整线路

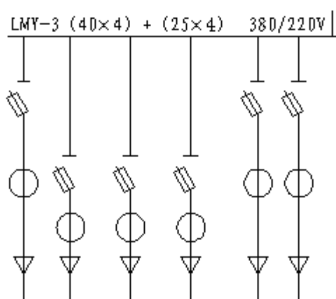


图 5-141　复制线路

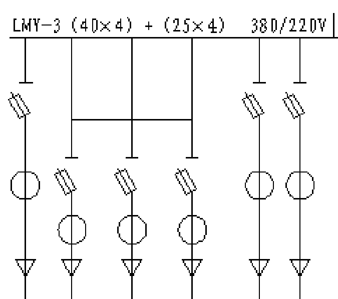


图 5-142　连接线路

（7）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以刚才绘制的直线为修剪边，修剪掉它上边多余的线头，形成组合的支线，结果如图 5-143 所示。

（8）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把组合支线向右边复制两份，效果如图 5-144 所示。

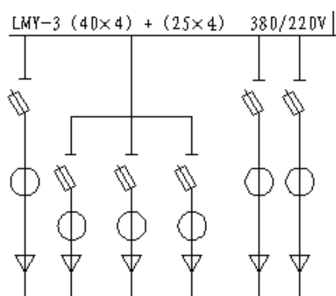


图 5-143　形成组合支线

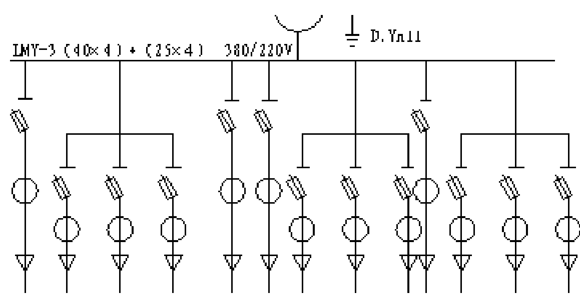
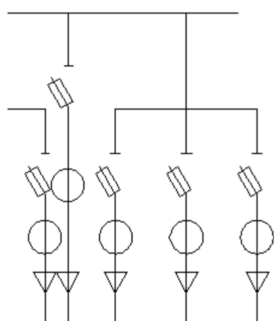
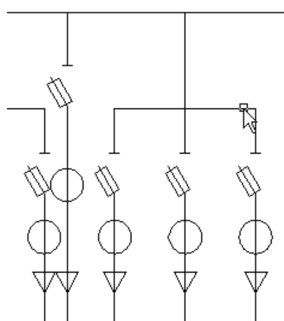


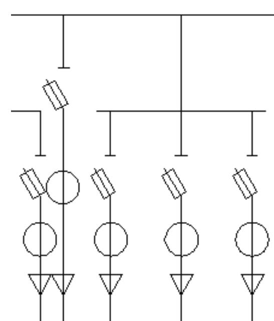
图 5-144　复制组合支线

（9）局部放大图形右边，预备下一步操作，效果如图 5-145 所示。

（10）在命令行窗口输入命令“lengthen”，把如图 5-146 光标所示的两边线头适当拉长，效果如图 5-147 所示。


图 5-145　局部放大


图 5-146　指示线头


图 5-147　拉长线头

（11）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，从所拉长的直线端点绘制垂直向母线的连线，效果如图 5-148 所示。

（12）从以前绘制的图形中复制如图 5-149 所示元器件符号，放在组合线路的中线上。



（13）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，把中线上开关内的直线修剪掉，形成断路器符号，结果如图 5-150 所示。

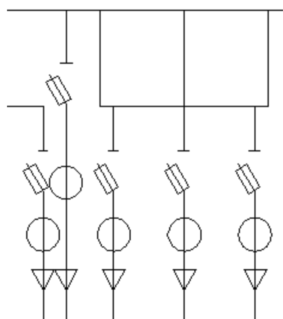


图 5-148　绘制垂线

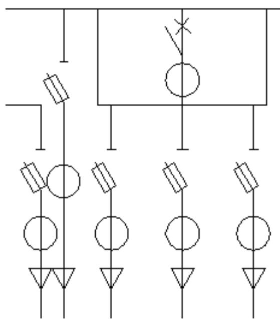


图 5-149　复制图形

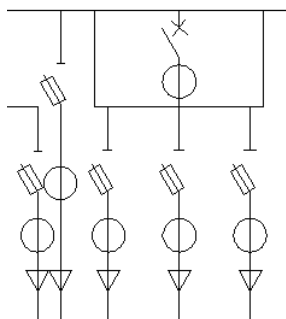


图 5-150　修剪图形

（14）从以前绘制的图形中复制如图 5-151 所示元器件符号，放在母线的右边。

（15）单击“移动”命令按钮和“复制”命令按钮，把这些元器件符号组织成线路，效果如图 5-152 所示。

（16）绘制电感器。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 5-153 所示象限点右边圆心和象限点之间的连线，效果如图 5-154 所示。

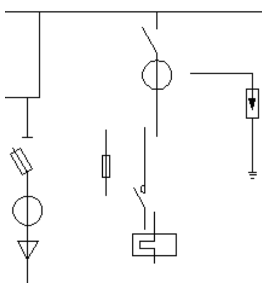


图 5-151　复制元器件

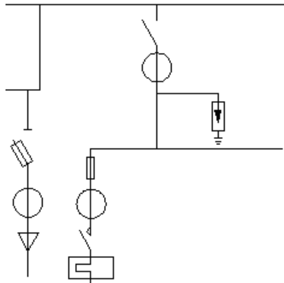


图 5-152　组织元器件

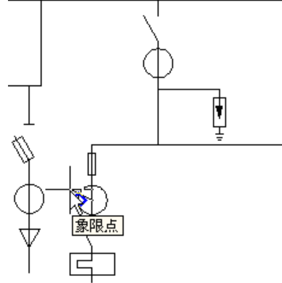


图 5-153　捕捉象限点

（17）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，把左下角的圆修剪成电感器符号，结果如图 5-155 所示。

（18）从以前绘制的图形中复制一个信号灯符号，放在热继电器的右边，效果如图 5-156 所示。

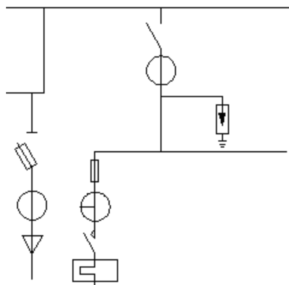


图 5-154　绘制直线

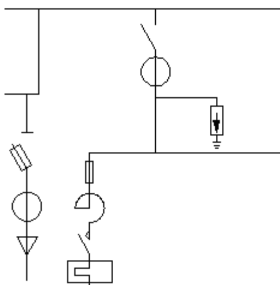


图 5-155　修剪图形

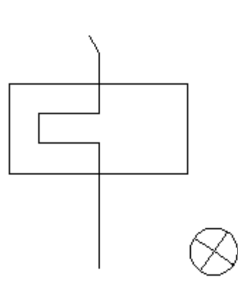


图 5-156　复制图形

（19）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制信号灯左边象限点到线路的垂线，效果如图 5-157 所示。

（20）绘制三相电容器，用于改善功率系数。单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制ϕ8 圆，然后单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，以ϕ8 圆上边象限点为移动基准点，以线路下边端点为移动目标点进行移动，效果如图 5-158 所示。

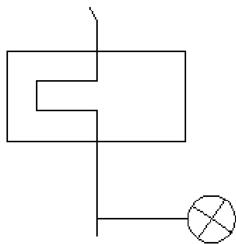


图 5-157　绘制垂线

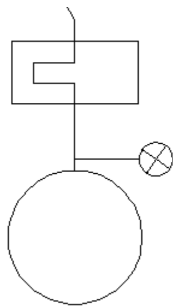


图 5-158　绘制并移动圆

（21）单击“绘图”面板中的“正多边形”命令按钮，绘制以圆点为中心，外接圆半径为 4 的等边三角形，效果如图 5-159 所示。

（22）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制三角形底边上的两条垂直短直线，效果如图 5-160 所示。

（23）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，以圆心为阵列中心，把垂直短直线环形阵列 3 个，效果如图 5-161 所示。

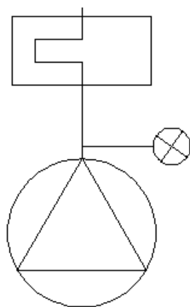


图 5-159　绘制等边三角形

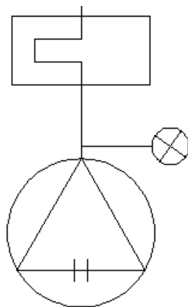


图 5-160　绘制短直线

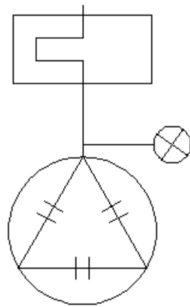


图 5-161　阵列短直线

（24）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除ϕ8 圆，效果如图 5-162 所示。

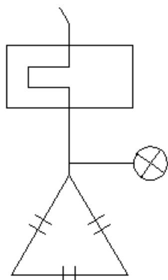
（25）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以短直线为修剪边，修剪掉它里边的线头，结果如图 5-163 所示。

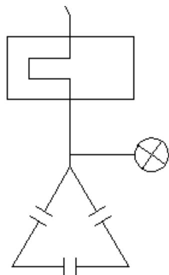
（26）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，以热继电器上端点为旋转中心，把按键适当旋转，使其转变成常闭按键，结果如图 5-164 所示。

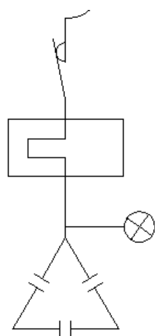
（27）单击“实用程序”面板中的“上一个”命令按钮，恢复图形显示，结果如图 5-165 所示。

（28）绘制本支线的其他引线。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 5-166

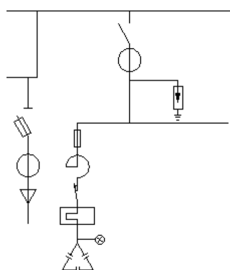
所示直线向右复制 5 份，效果如图 5-167 所示。


图 5-162　删除圆


图 5-163　修剪线头


图 5-164　转变按键

（29）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以最后复制得到的直线为修剪边，修剪掉它右边的线头，结果如图 5-168 所示。


图 5-165　恢复图形显示

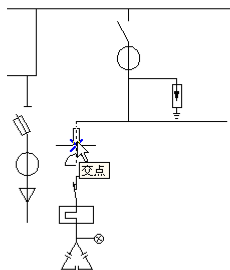
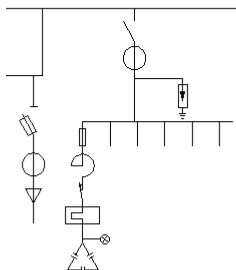
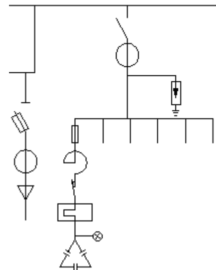


图 5-166　捕捉线头


图 5-167　复制线头


图 5-168　修剪线头

（30）调整线路，使其居中。单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把如图 5-169 虚线所示图形以光标捕捉的中点为移动基准点，以图 5-170 光标所示端点为移动目标点进行移动，效果如图 5-171 所示。

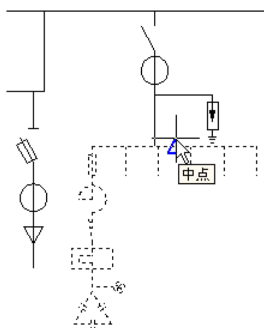


图 5-169　捕捉中点

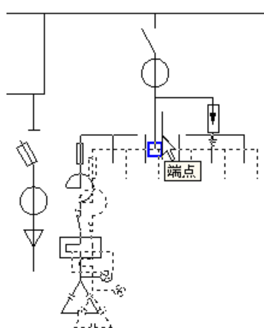
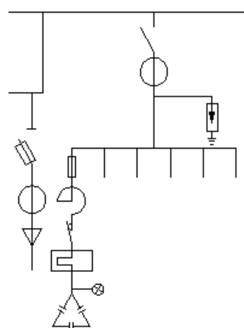


图 5-170　捕捉端点


图 5-171　移动图形

（31）在“菜单浏览器”中选择“视图”→“三维视图”→“俯视”菜单命令，显示全部图形，效果如图 5-172 所示。

（32）绘制表格，作为低压线的接线排，用于分配各条支线。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把低压母线向下复制 3 份，效果如图 5-173 所示。



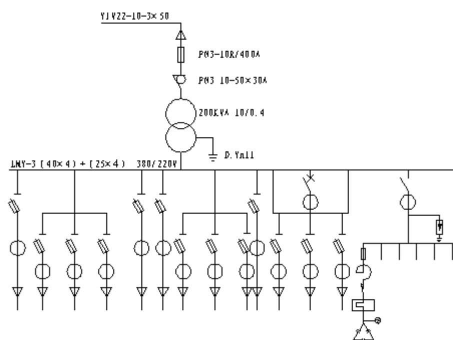


图 5-172　显示全部图形

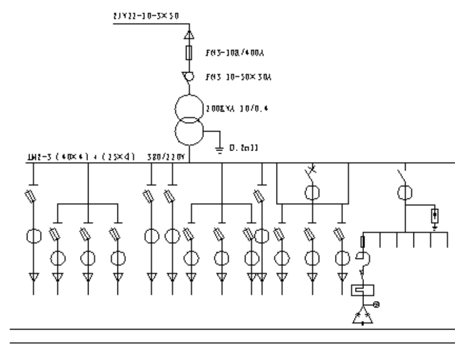


图 5-173　复制图形

（33）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制左边 3 个端点的上下两段连线，效果如图 5-174 所示。

（34）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，屏幕出现如图 5-175 所示的“阵列”对话框，设置各项数值，把上边端点的连线阵列 13 列，列距为 10，效果如图 5-176 所示。

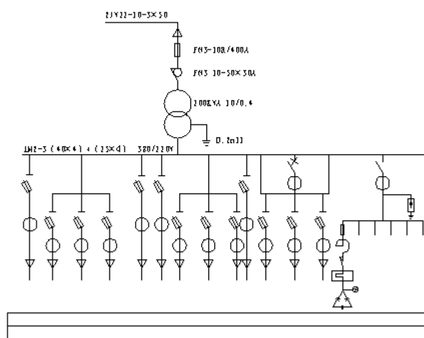


图 5-174　绘制端点连线

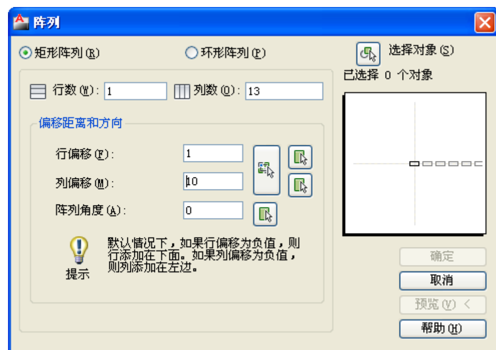


图 5-175　“阵列”对话框

（35）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，把所有支路的下端延伸到下边表格上，效果如图 5-177 所示。

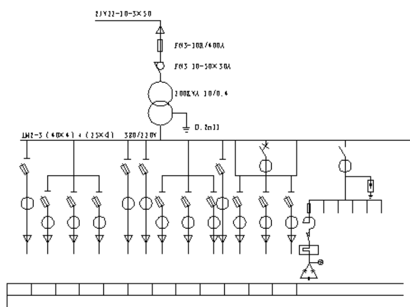


图 5-176　阵列直线

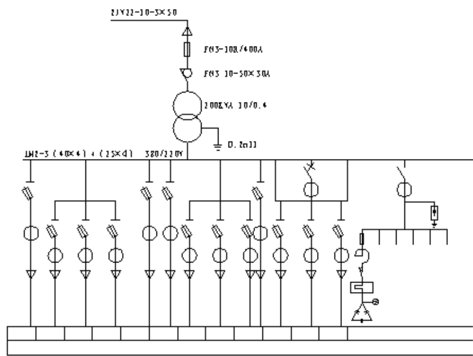


图 5-177　延伸直线



（36）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，以表格为参照，按间距 10 调整线路之间的距离，效果如图 5-178 所示。

（37）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，调整表格，使其与调整后的线路相适应，效果如图 5-179 所示。

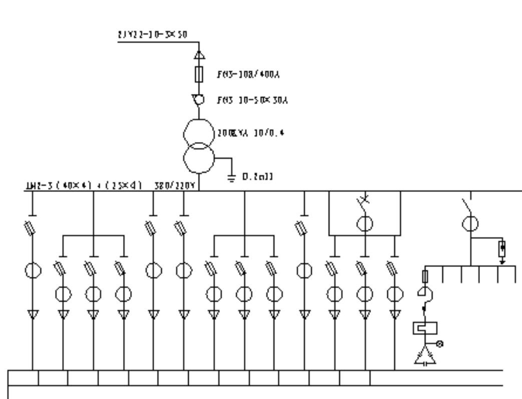


图 5-178　调整线路

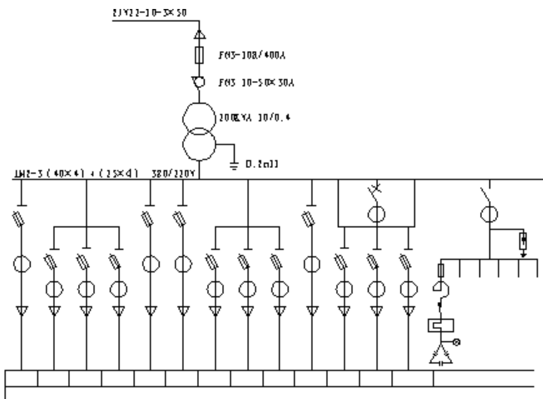


图 5-179　调整表格

（38）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制表格右边端点的连线，效果如图 5-180 所示。

（39）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以表格底边为延伸边界线，延伸中间若干垂直隔断线，效果如图 5-181 所示。

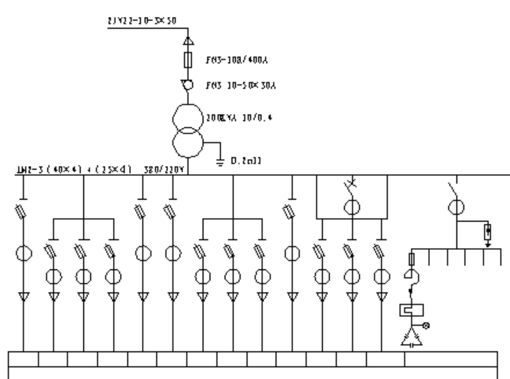


图 5-180　绘制端点连线

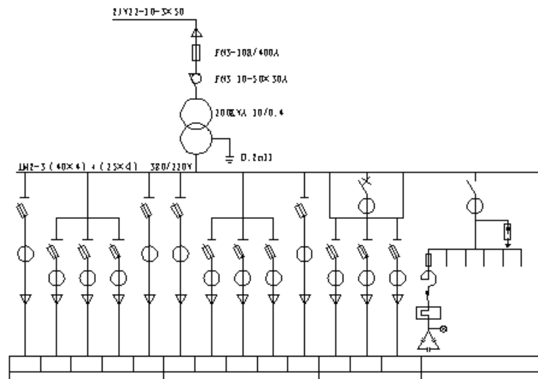


图 5-181　延伸直线

（40）绘制电流表和电压表。单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在第一条线路右上角绘制$\phi 4$ 圆，效果如图 5-182 所示。

（41）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，在$\phi 4$ 圆中标注文字“A”表示电流表，效果如图 5-183 所示。

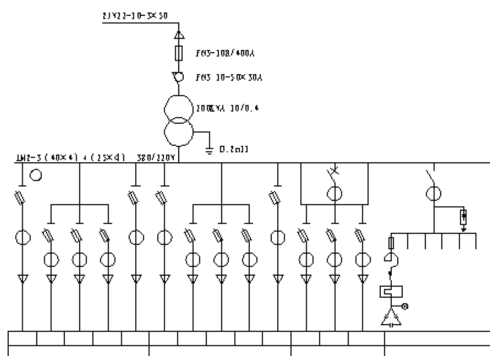


图 5-182　绘制圆

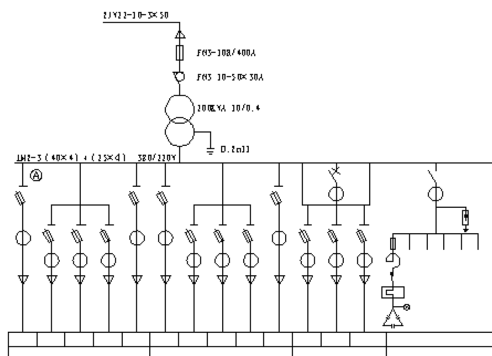


图 5-183　标注文字“A”

（42）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把电流表符号向右复制，在每条线路上配置一个，效果如图 5-184 所示。

（43）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把电流表符号向右复制，在如图 5-185 光标所示线路左边位置配置一个，效果如图 5-186 所示。

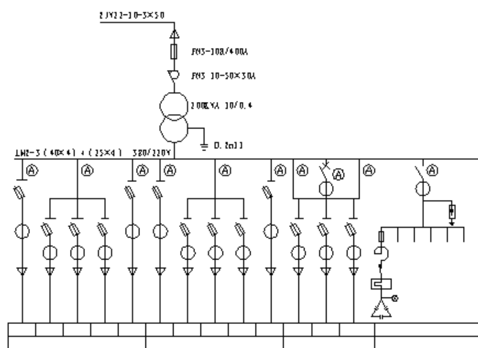


图 5-184　配置电流表符号

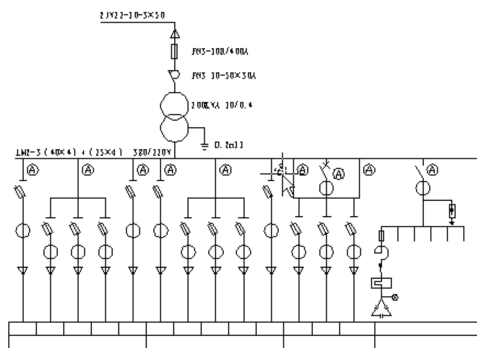


图 5-185　指示位置

（44）双击刚配置的线路右边电流表符号中的文字，并由“A”改成“V”形成电压表符号，效果如图 5-187 所示。

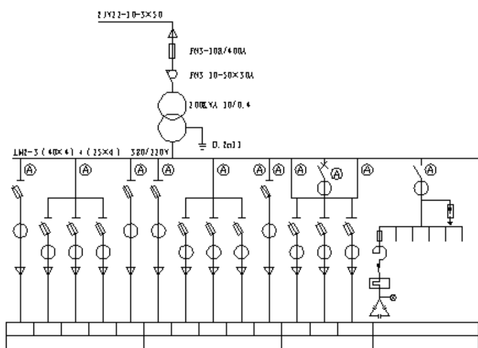


图 5-186　配置另一个电流表符号

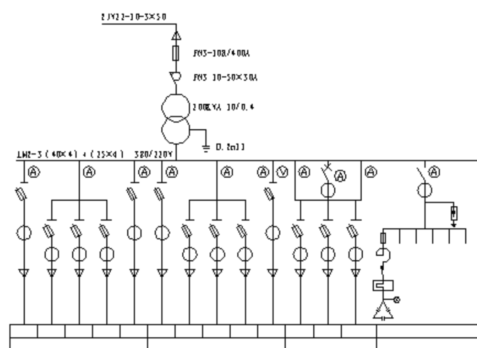


图 5-187　配置电压表符号

（45）单击“实用程序”面板中的“窗口”命令按钮，局部放大图形左边，预备下一步操作，效果如图 5-188 所示。

（46）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注第一条线路上元器件的代号，效果如图 5-189 所示。

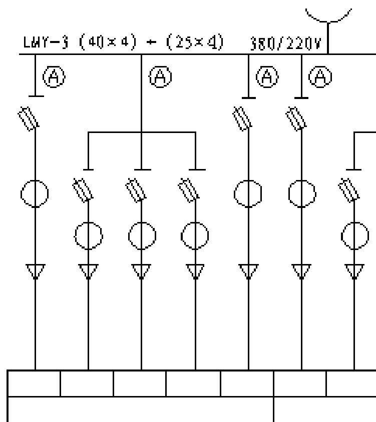


图 5-188　局部放大图形左边

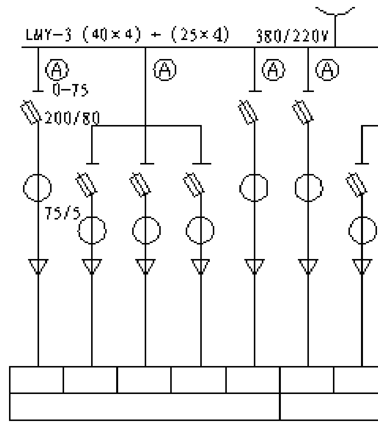


图 5-189　标注元器件代号

（47）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注第一条线路上下端导线的型号，效果如图 5-190 所示。

（48）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注其他线路上元器件符号和导线的型号，效果如图 5-191 所示。

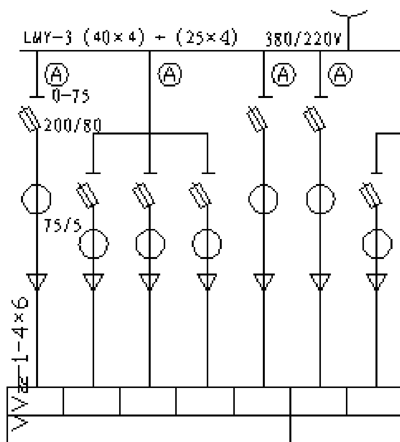


图 5-190　标注导线的型号

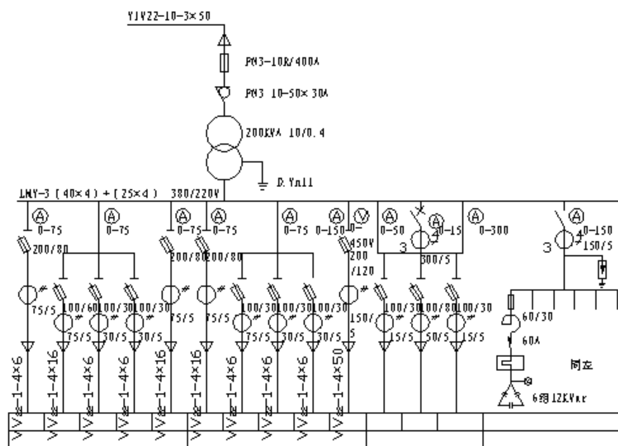


图 5-191　标注其他文字

（49）单击“移动”命令按钮，把表格向下适当移动。然后单击“延伸”命令按钮，使线路延伸到表格上，这样文字才能落在导线旁边，效果如图 5-192 所示。

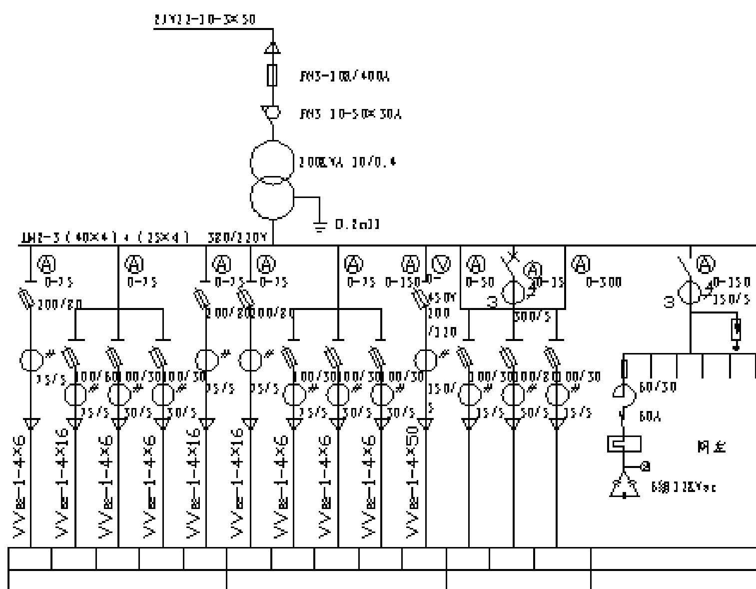


图 5-192　调整表格

（50）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在表格中标注各个支路的代号和组号，效果如图 5-193 所示。

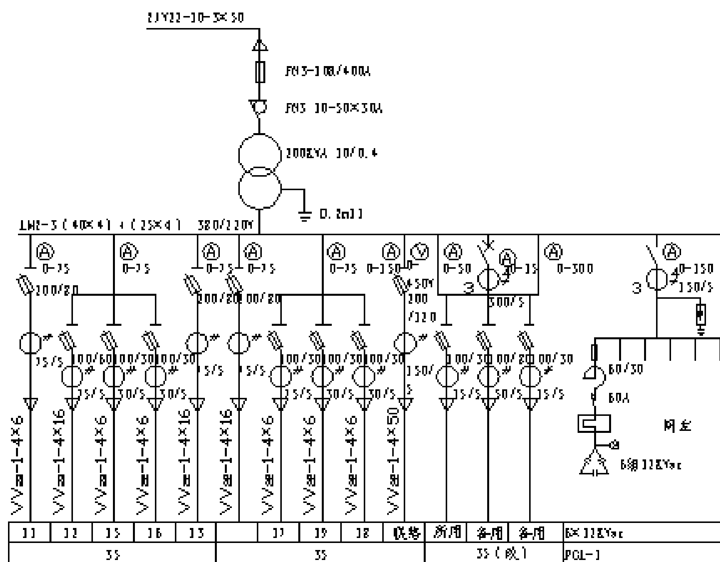


图 5-193　标注电路代号

（51）绘制左边的表格，用于填写各层元器件的文字。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 5-194 所示端点的矩形，效果如图 5-195 所示。

（52）单击“修改”面板中的“分解”命令按钮，把矩形分解成直线。然后单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，把矩形下边阵列 17 行，行距为 5，效果如图 5-196 所示。



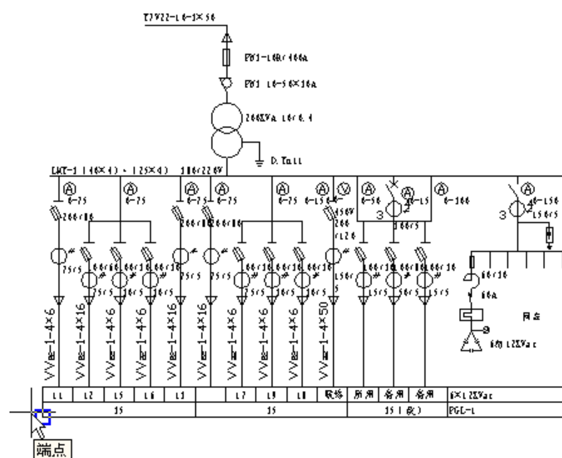


图 5-194　捕捉端点

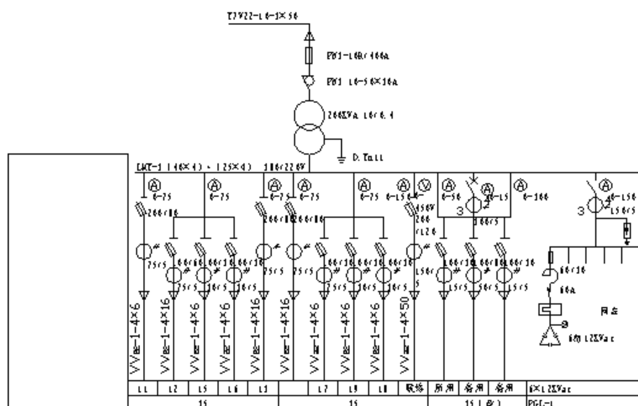


图 5-195　绘制矩形

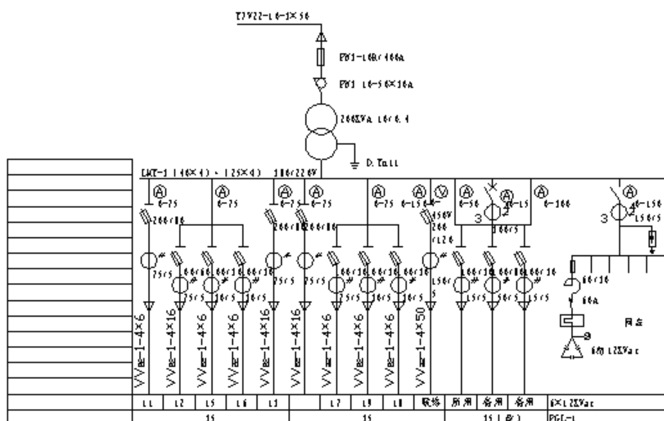


图 5-196　阵列直线

（53）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除如图 5-197 虚线所示的线条，效果如图 5-198 所示。



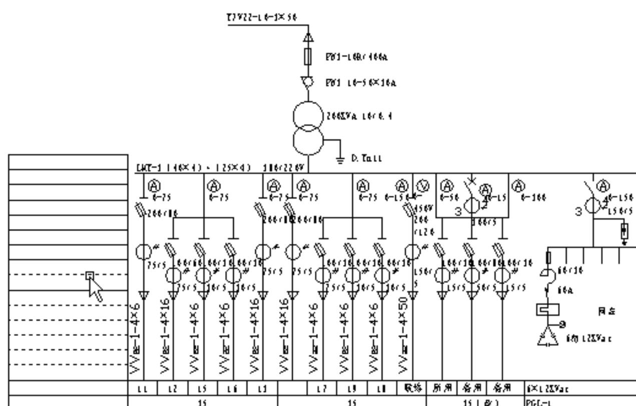


图 5-197　捕捉线条

（54）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮 A，在左边表格中标注各行元器件名称，效果如图 5-199 所示。

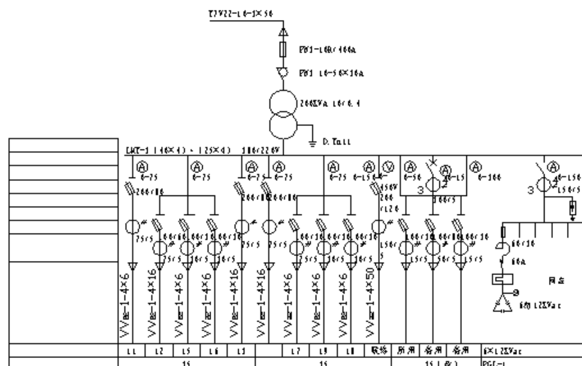


图 5-198　删除直线后效果

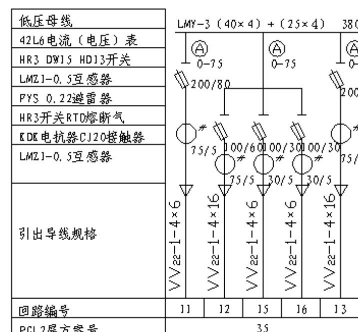


图 5-199　标注文字

（55）在“菜单浏览器”中选择“视图”→“三维视图”→“俯视”菜单命令，显示全部图形，效果如图 5-200 所示。

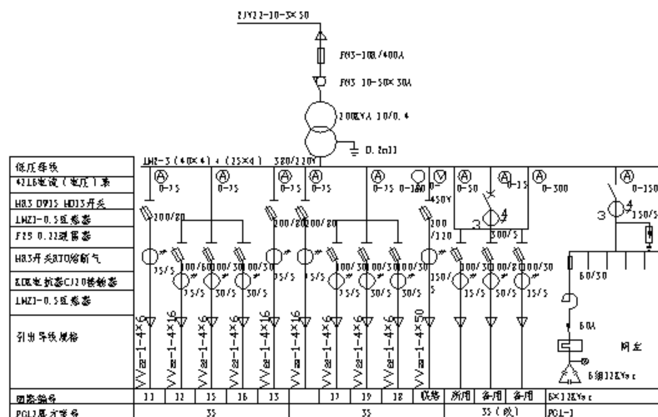


图 5-200　显示全部图形



5.4　变电所平面图



制作思路

变电所平面图就是在变电所建筑平面图中绘制各种电气设备和电气控制设备。本例中，先绘制控制设备，然后绘制变压设备，最后给变电所平面图标上说明文字以及安装尺寸。

打开一幅如图 5-201 所示变电所建筑平面图，准备在其中绘制电气图。

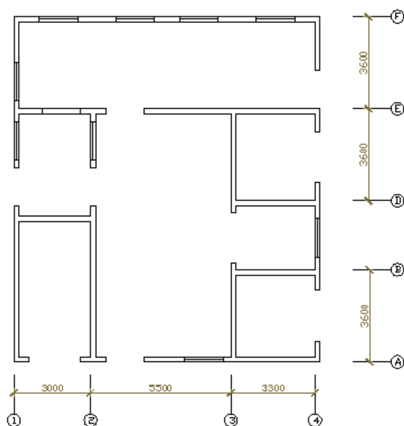


图 5-201　变电所建筑平面图

5.4.1　控制设备

在电气平面图中，控制设备主要安装控制仪表、开关的控制台、控制箱、包含信号线和导线的管道。绘制步骤如下。

（1）单击“图层”面板中的“图层特性”命令按钮，设置一个使用蓝色直线的“控制设备”图层，并单击“置为当前”按钮使它变为当前图层，效果如图 5-202 所示。

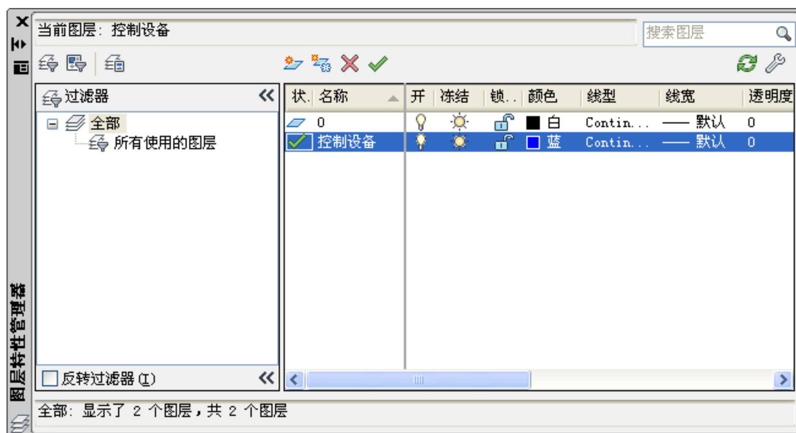


图 5-202　设置“控制设备”图层



（2）绘制出线的分配箱，每条线路各有一个分配箱。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 11.5×15 的矩形。

（3）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，以矩形 11.5×15 右边中点为移动基准点，以图 5-203 所示中点为移动目标点进行移动，效果如图 5-204 所示。

（4）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，把矩形 11.5×15 阵列 10 列，列距为-11.5，效果如图 5-205 所示。

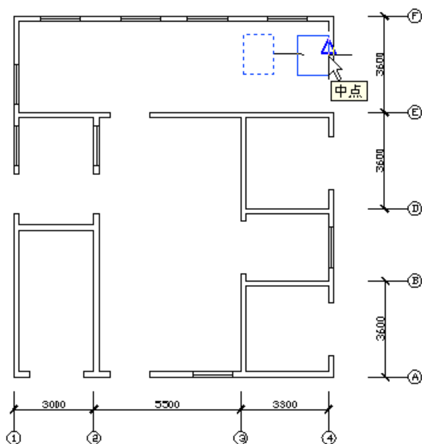


图 5-203　捕捉中点

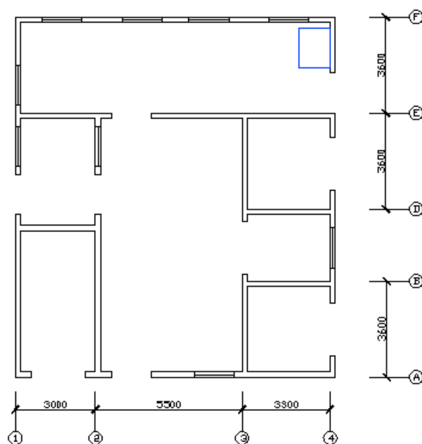


图 5-204　移动矩形

（5）绘制跨越墙线的管道，其中容纳着电线。单击“修改”面板中的“分解”命令按钮，把左边第 2 个矩形分解成 4 条直线。

（6）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把分解矩形得到的左边直线向右边偏移复制 2 份，偏移复制距离为 1 和 6，效果如图 5-206 所示。

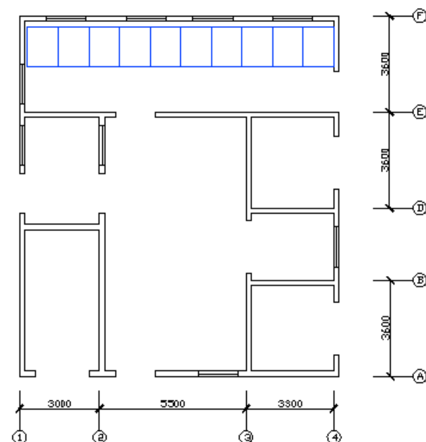


图 5-205　阵列矩形

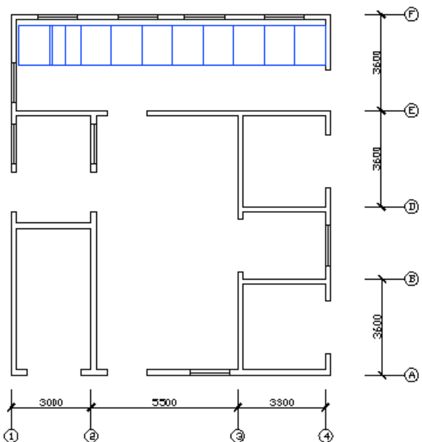


图 5-206　偏移复制直线

（7）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把偏移复制的直线向下移动，移动距离 15，效果如图 5-207 所示。

（8）在命令行窗口输入命令“lengthen”，把偏移复制的直线向下拉长 12，效果如图 5-208 所示。



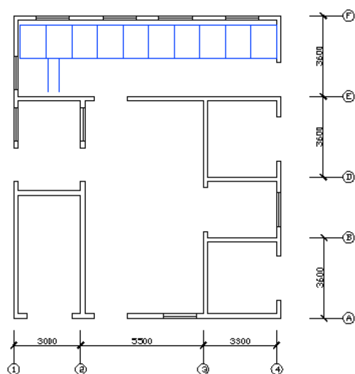


图 5-207　移动直线

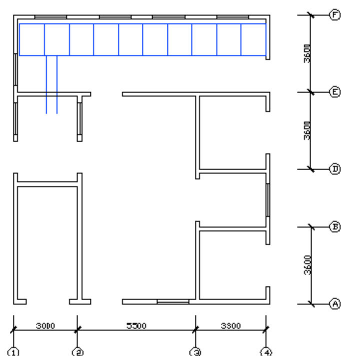


图 5-208　拉长直线

（9）绘制电线的转换站，电线将在这里重新组合。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 5-209 所示端点的尺寸为 15×9.5 的矩形，效果如图 5-210 所示。

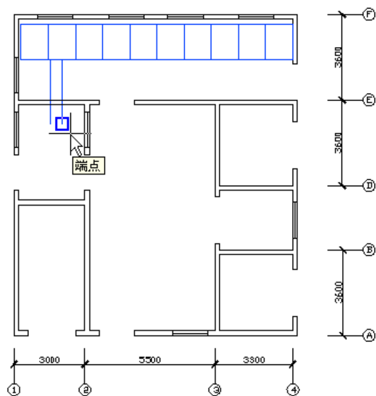


图 5-209　捕捉端点

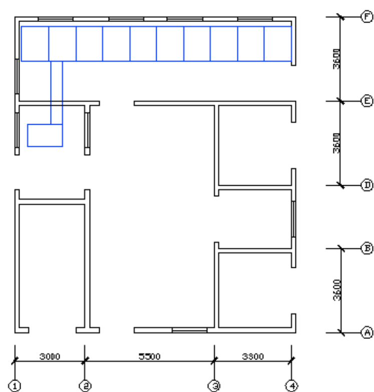


图 5-210　绘制矩形

（10）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 15×9.5 向右移动距离为 3，效果如图 5-211 所示。

（11）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 5-212 所示端点的尺寸为 10×(-2)的矩形，效果如图 5-213 所示。

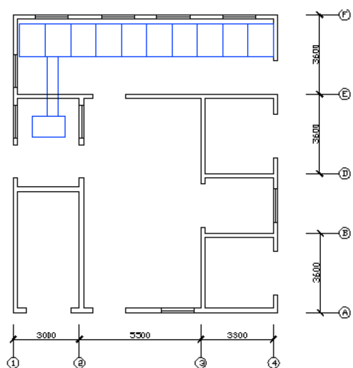


图 5-211　移动矩形

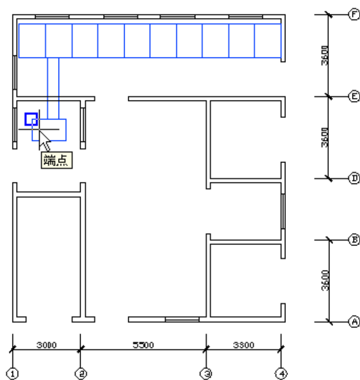


图 5-212　捕捉端点

1
2
3
4
第 5 章
6
7
8
9
附录

（12）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 10×(−2)向右移动距离为 2.5，效果如图 5−214 所示。

（13）单击“实用程序”面板中的“窗口”命令按钮，局部放大如图 5−124 所示框选的图形，预备下一步操作，效果如图 5−215 所示。

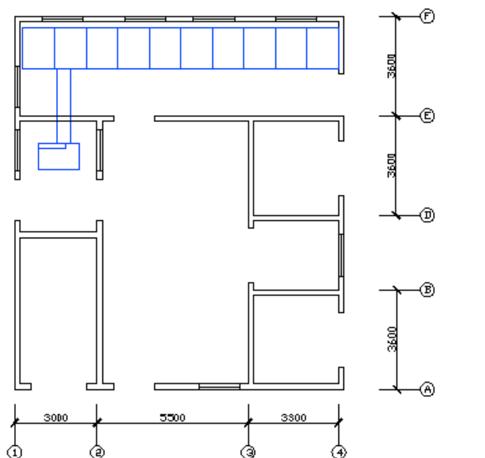


图 5−213　绘制矩形

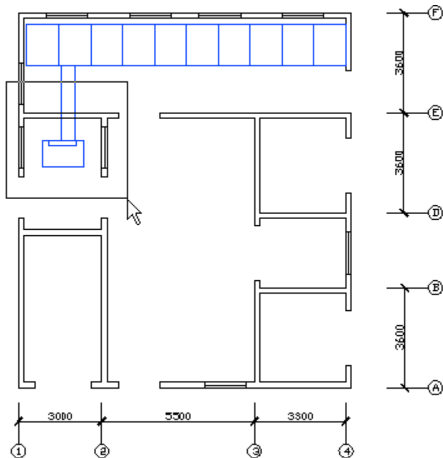


图 5−214　移动矩形并框选图形

（14）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把矩形 10×(−2)向下复制两份，复制距离为 2，效果如图 5−216 所示。

（15）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 5−217 光标所示直线向左复制两份，复制距离为 10 和 25，效果如图 5−218 所示。

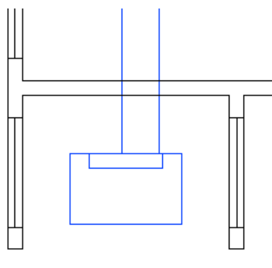


图 5−215　局部放大

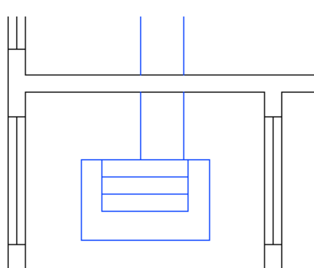


图 5−216　复制矩形

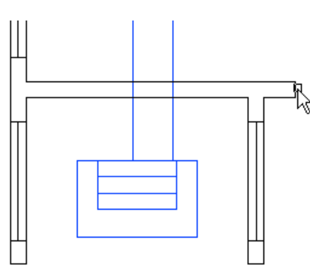


图 5−217　选择直线

（16）剪掉墙线遮掩的管道线。单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 5−219 虚线所示直线为修剪边，修剪掉光标所示的线头，结果如图 5−220 所示。

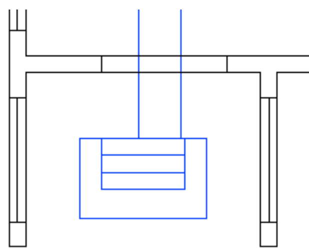


图 5−218　复制直线

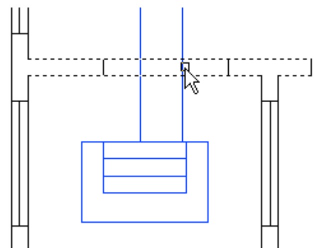


图 5−219　选择线头

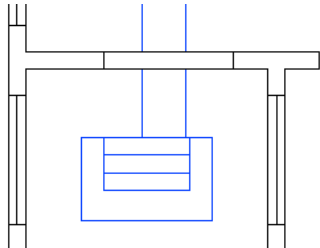


图 5−220　修剪线头



（17）绘制转换站右边的管道，它通向控制台。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 5-221 所示端点的尺寸为 40×5 的矩形，然后在“菜单浏览器”中选择“视图”→“三维视图”→“俯视”菜单命令，显示全部图形，效果如图 5-222 所示。

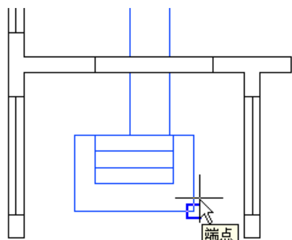


图 5-221　捕捉端点

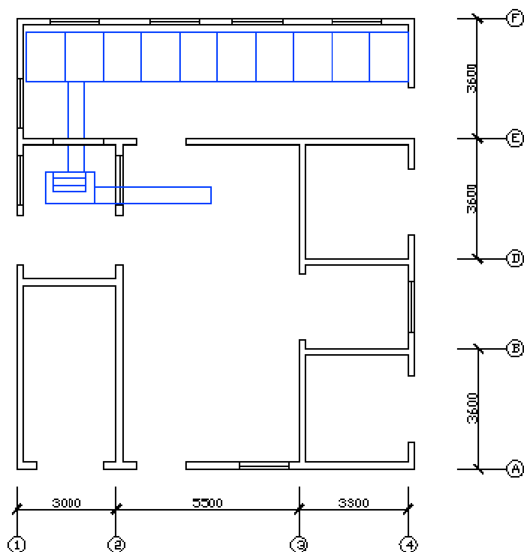


图 5-222　绘制矩形

（18）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 40×5 向上移动距离为 2.25，效果如图 5-223 所示。

（19）绘制控制台。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 5-224 所示端点的尺寸为-10×5 的矩形，效果如图 5-225 所示。

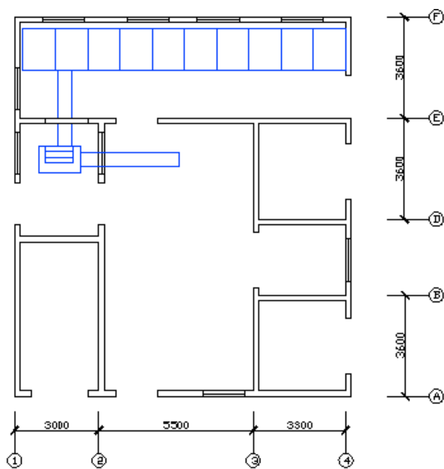


图 5-223　移动矩形

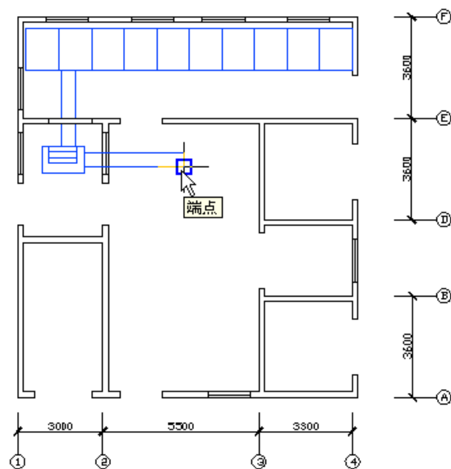


图 5-224　捕捉端点

（20）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把矩形-10×5 向右复制一份，复制距离为 10，效果如图 5-226 所示。



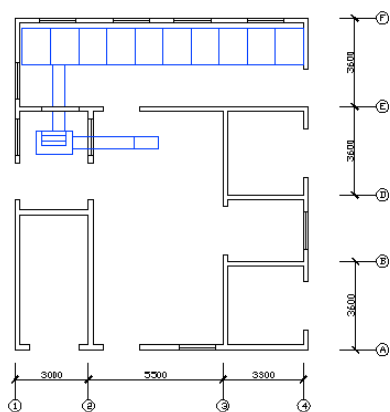


图 5-225　绘制矩形

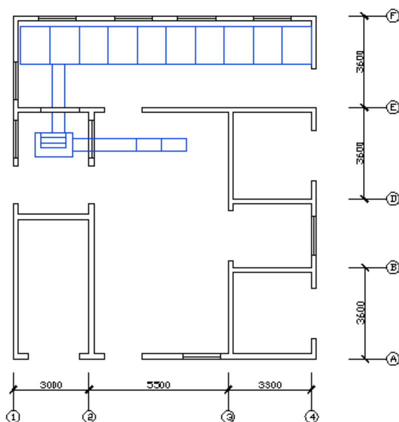


图 5-226　复制矩形

（21）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，以图 5-227 所示端点为旋转中心，把矩形-10×5 顺时针旋转 45°，效果如图 5-228 所示。

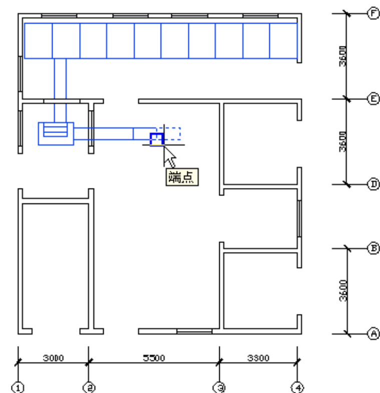


图 5-227　捕捉端点

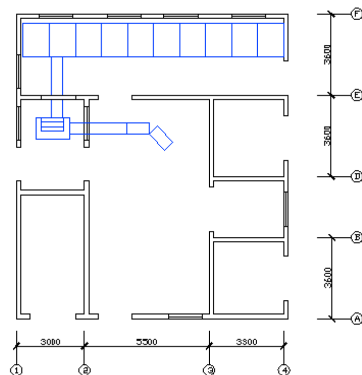


图 5-228　旋转矩形

（22）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 5-229 所示端点的尺寸为 5×-10 的矩形，效果如图 5-230 所示。

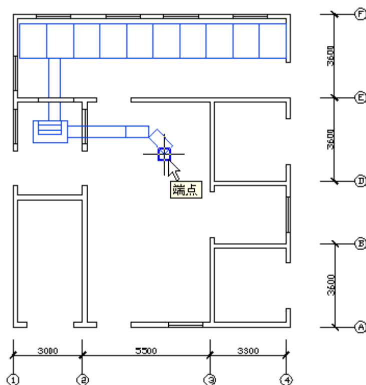


图 5-229　捕捉端点

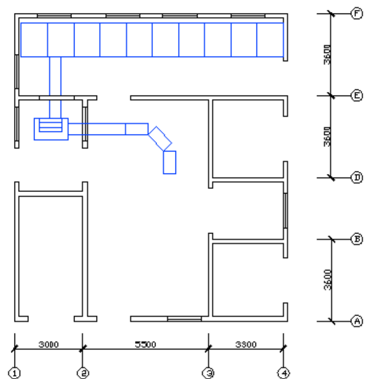


图 5-230　绘制矩形



（23）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把矩形 5×(-10)向下复制两份，复制距离为 10 和 20，效果如图 5-231 所示。

（24）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以过图 5-232 所示中点的水平直线为对称轴，把虚线所示图形对称复制一份，效果如图 5-233 所示。

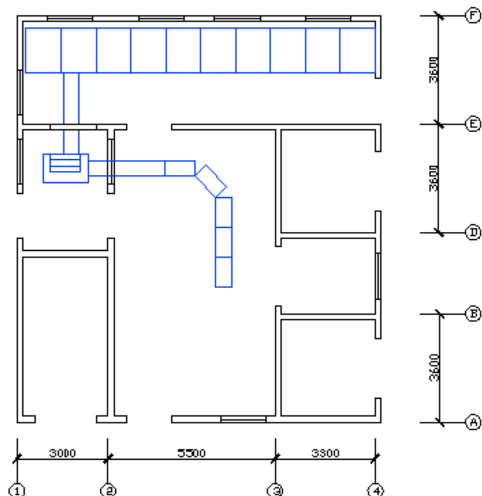


图 5-231　复制矩形

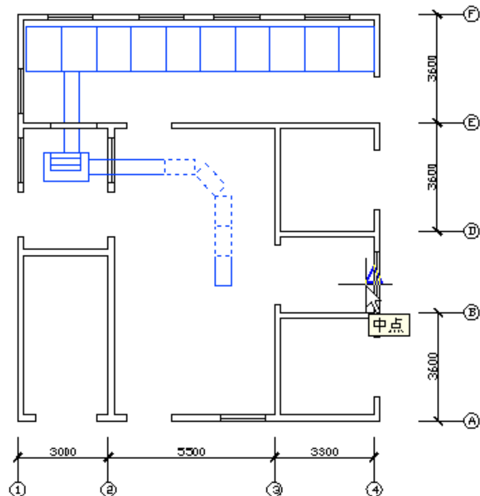


图 5-232　捕捉中点

（25）此时垂直的矩形组之间出现一段间隔。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在间隔左上端点，终点在间隔右下端点的矩形，效果如图 5-234 所示。

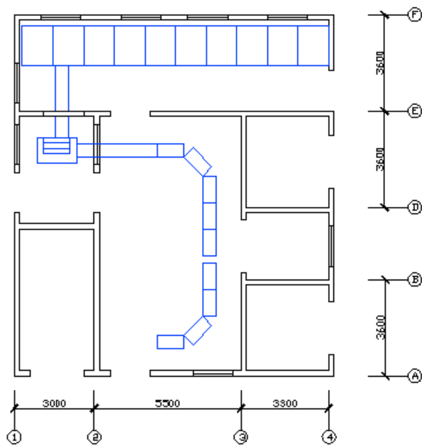


图 5-233　对称复制矩形组

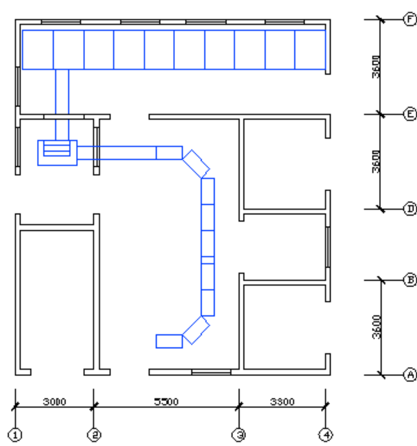


图 5-234　绘制矩形

（26）单击“修改”面板中的“分解”命令按钮，把如图 5-235 光标所示矩形分解成直线。

（27）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把如图 5-235 光标所示边向外偏移复制一份，复制距离为 8.25。把对面墙线向里偏移复制一份，复制距离为 2，效果如图 5-236 所示。

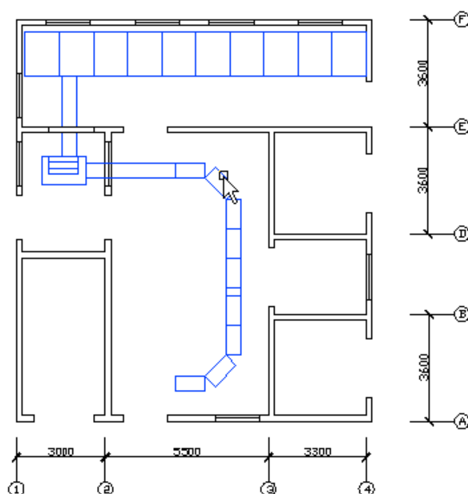


图 5-235　指示矩形

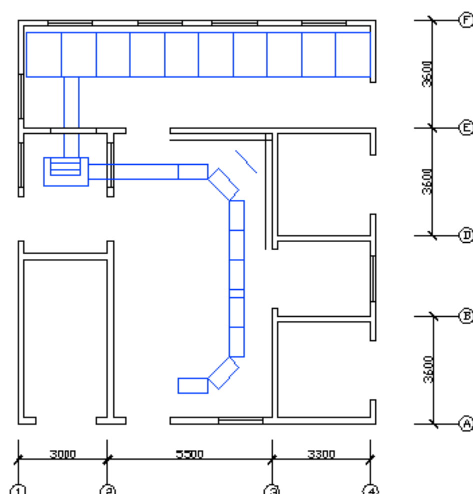


图 5-236　偏移复制边

（28）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 5-237 所示端点，终点在如图 5-238 所示垂足的直线，效果如图 5-239 所示。

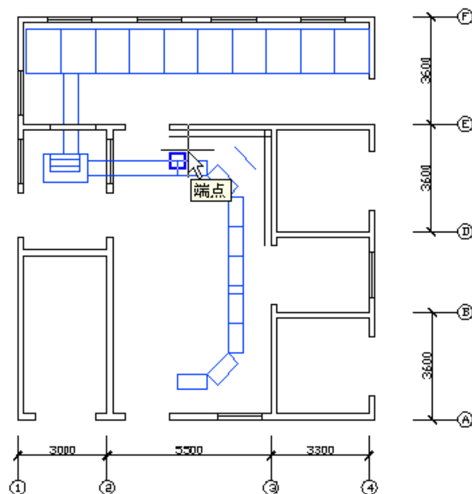


图 5-237　捕捉端点

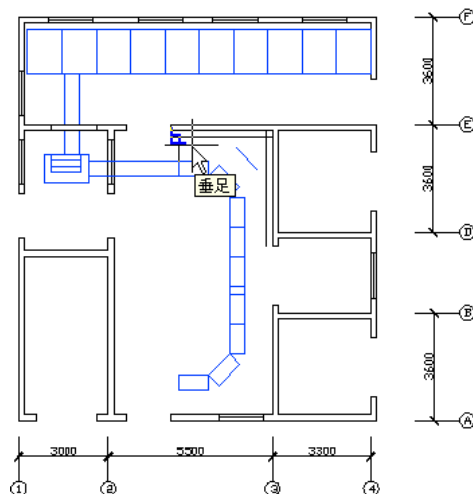


图 5-238　捕捉垂足

（29）单击“修改”面板中的“倒角”命令按钮，把墙线和设备之间的直线相互倒角，形成控制台，效果如图 5-240 所示。

（30）单击“特性”面板中的“特性匹配”命令按钮，把绘制的直线转换成电气设备线，效果如图 5-241 所示。

（31）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以过图 5-242 所示中点的水平直线为对称轴，虚线所示图形对称复制一份，效果如图 5-243 所示。

（32）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以图 5-244 虚线所示斜直线为延伸边界线，延伸光标捕捉的垂直直线，效果如图 5-245 所示。



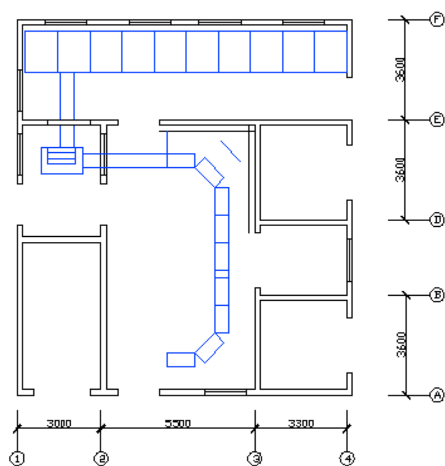


图 5-239　绘制直线

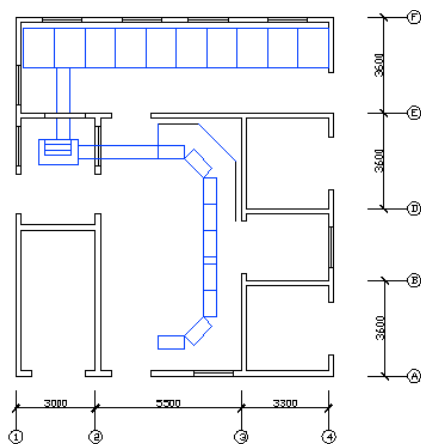


图 5-240　连接直线

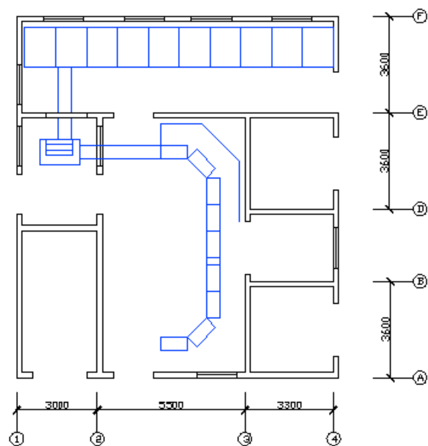


图 5-241　转换线型

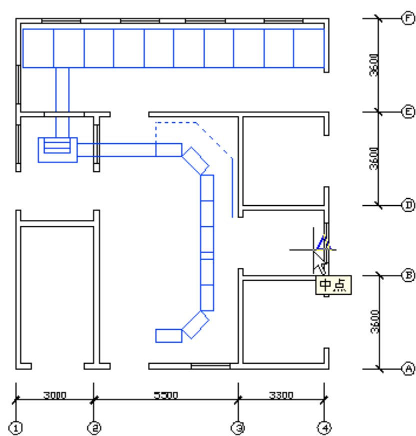


图 5-242　捕捉中点

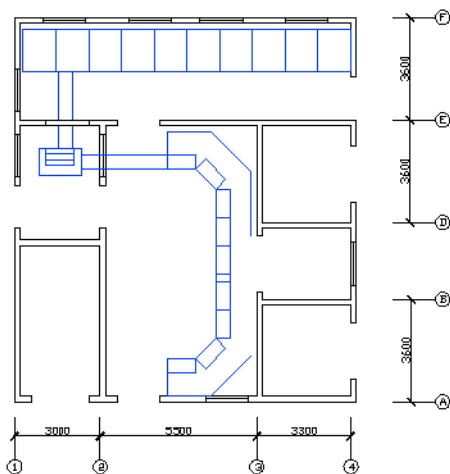


图 5-243　对称复制图形

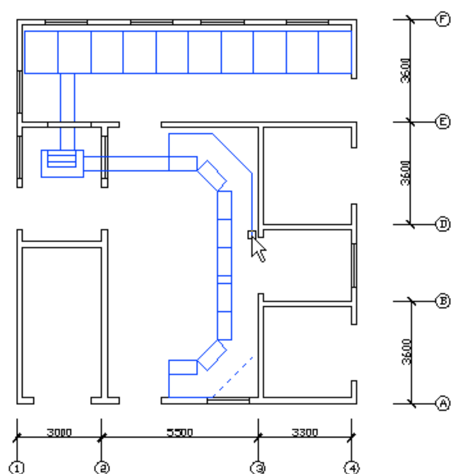


图 5-244　捕捉线头

（33）绘制管道线内的虚线，说明它是空心的管道。单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把如图 5-246 光标所示管道的边向内偏移复制一份，复制距离为 1，按照相同的方法把另外一边向右偏移复制一份，效果如图 5-247 所示。

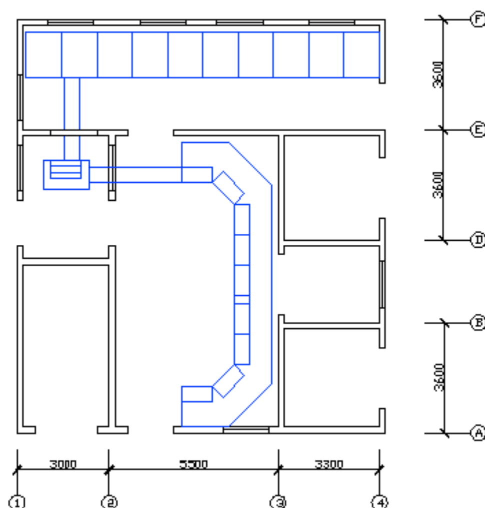


图 5-245　延伸直线

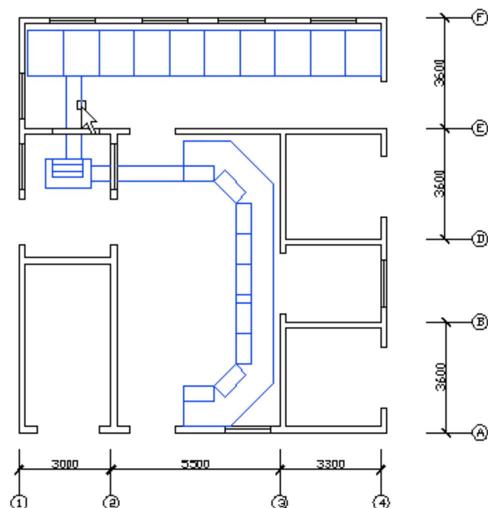


图 5-246　捕捉直线

（34）单击“修改”面板中的“编辑多段线”命令按钮，把如图 5-248 虚线所示线条转换成连续的多段线。

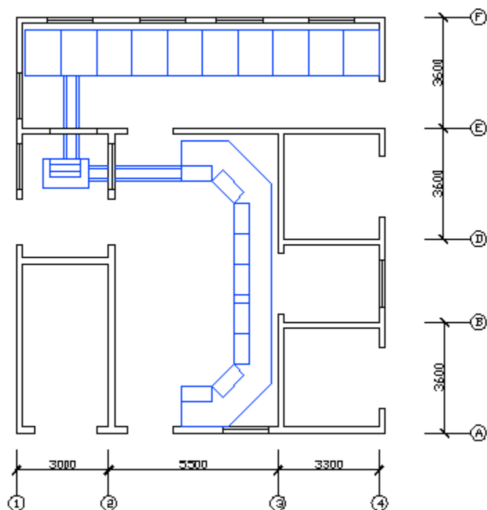


图 5-247　偏移复制管线

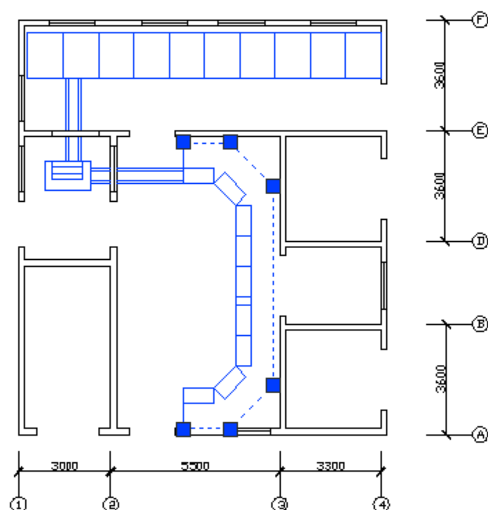


图 5-248　转换直线组

（35）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把刚才转换的直线组向内偏移复制两份，复制距离为 1 和 7，效果如图 5-249 所示。

（36）单击“图层”面板中的“图层特性”命令按钮，设置一个使用蓝色虚线的“控制设备虚线”图层，效果如图 5-250 所示。



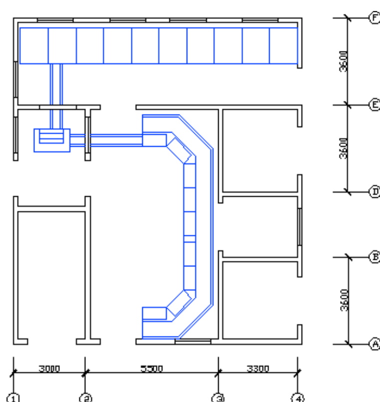


图 5-249　偏移复制多段线

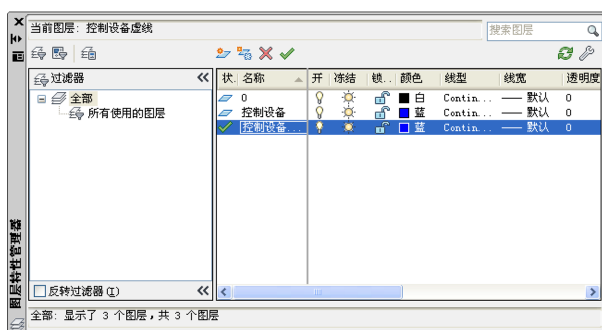


图 5-250　设置图层

（37）选择所有偏移复制的图形，然后在“图层”面板中的“图层控制”下拉列表中选择“控制设备虚线”图层，如图 5-251 所示，使所选择的图形转入该图层，效果如图 5-252 所示。



图 5-251　选择图层

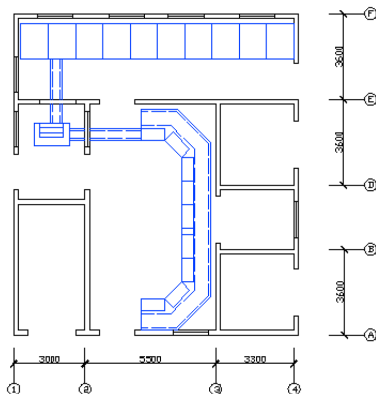


图 5-252　转换图层

（38）绘制另一组接线排，用于其他线路。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 5-253 所示中点的尺寸为-6×(-45)的矩形，效果如图 5-254 所示。

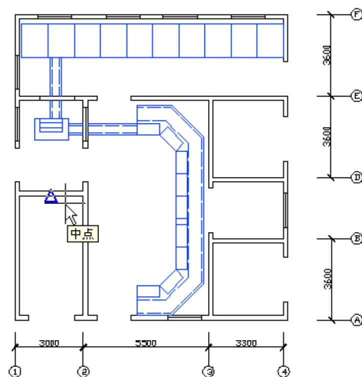


图 5-253　捕捉中点

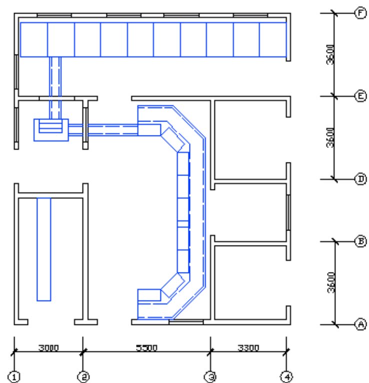


图 5-254　绘制矩形

（39）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 5-253 所示中点的尺寸为-3×(-40)的矩形，效果如图 5-255 所示。

（40）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形-3×(-40)以相对坐标点@-1.5，-2.5 进行移动，效果如图 5-256 所示。

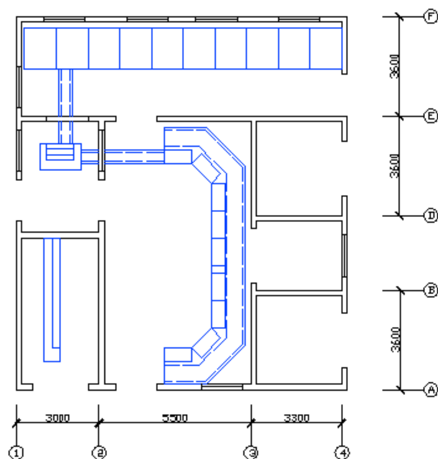


图 5-255　绘制矩形

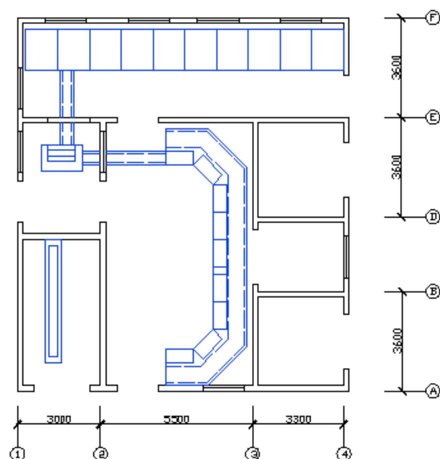


图 5-256　移动矩形

（41）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把两个矩形以相对坐标点@-3，-3 进行移动，效果如图 5-257 所示。

（42）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 5-258 所示中点，垂直左边墙线的直线，效果如图 5-259 所示。

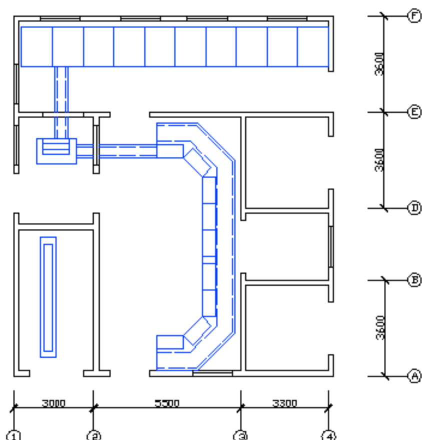


图 5-257　移动两个矩形

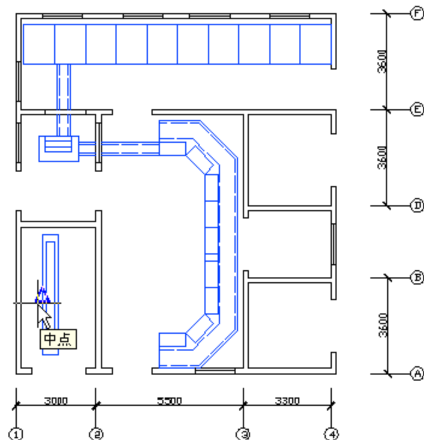


图 5-258　捕捉中点

（43）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把刚才绘制的直线分别向两边偏移复制 4 份，偏移复制距离为 5，效果如图 5-260 所示。



（44）单击“修改”面板中的“分解”命令按钮，把如图 5-261 光标所示矩形分解成直线。然后单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把分解得到的上下边各向里偏移复制一份，复制距离为 1，效果如图 5-262 所示。

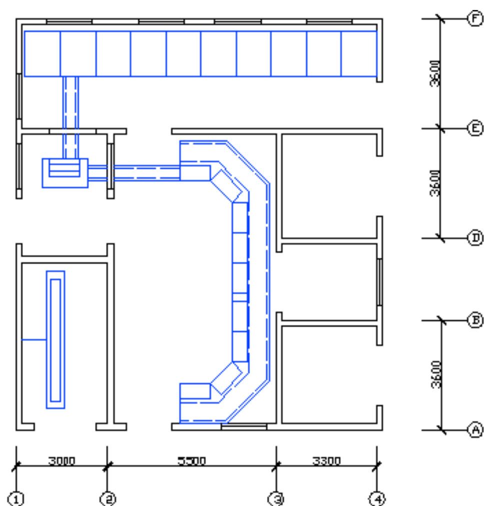


图 5-259　绘制直线

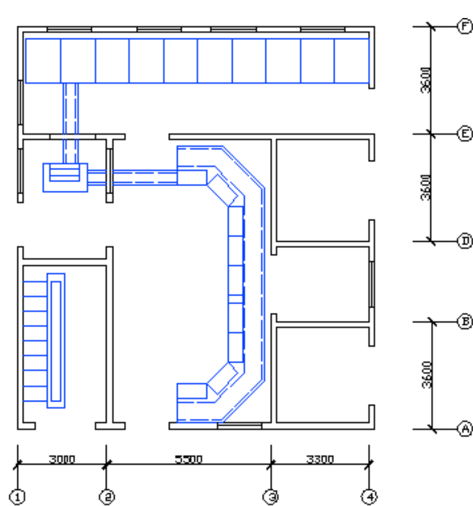


图 5-260　偏移复制直线

（45）最后把刚才偏移复制的线条转换成控制设备虚线，效果如图 5-262 所示。

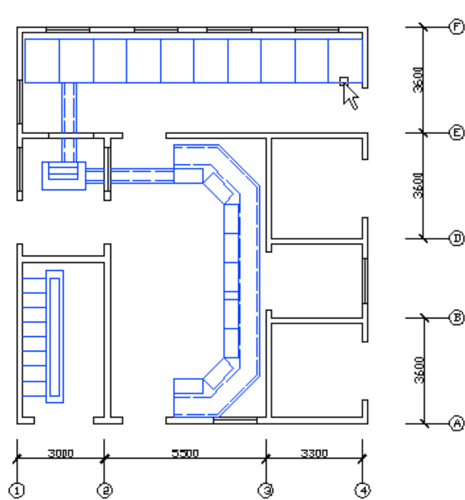


图 5-261　指示矩形

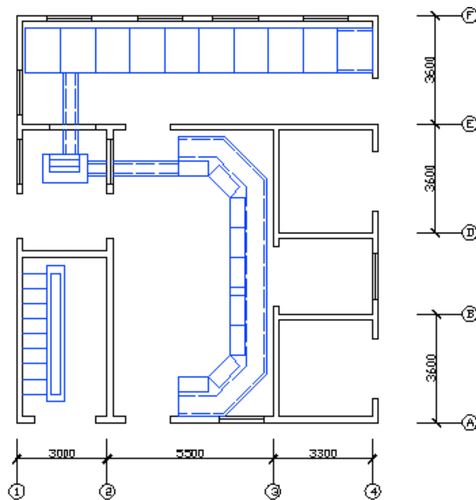


图 5-262　转换线型

5.4.2　变压设备

变压设备是指电力的输入线、变压器、输出线等运载电力的设备，即原理图中的主线。不过在平面图中应该绘制出其外形、安装位置等。下面详细其绘制步骤。

（1）单击“图层”面板中的“图层特性”命令按钮，设置一个使用红色直线的“变压设备”图层，并单击“置为当前”按钮将它置为当前图层，效果如图 5-263 所示。



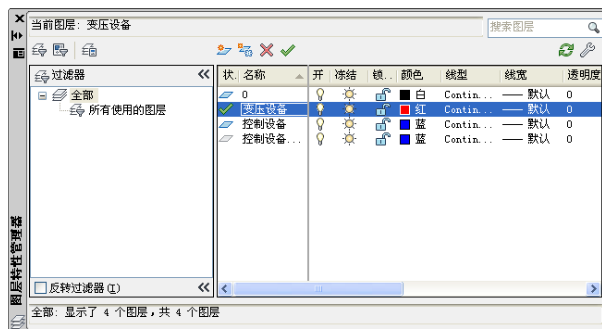


图 5-263　设置图层

（2）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 5-264 所示中点的尺寸为 15×3 的矩形，效果如图 5-265 所示。

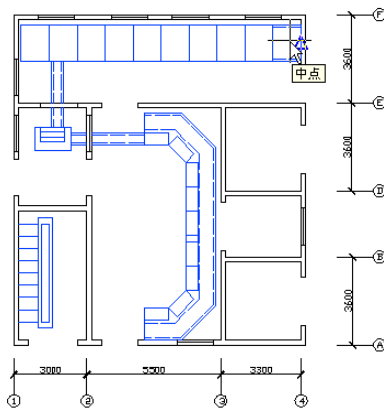


图 5-264　捕捉中点

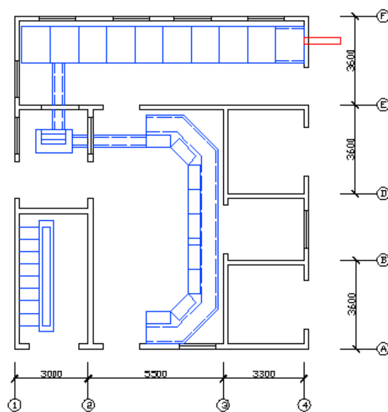


图 5-265　绘制矩形

（3）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 15×3 以相对坐标点（@2，2）进行移动，效果如图 5-266 所示。

（4）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以过控制设备入口右边中点的水平直线为对称轴，把矩形 15×3 对称复制一份，效果如图 5-267 所示。

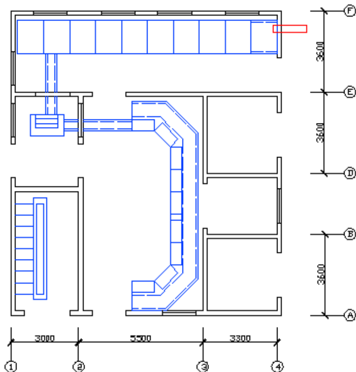


图 5-266　移动矩形

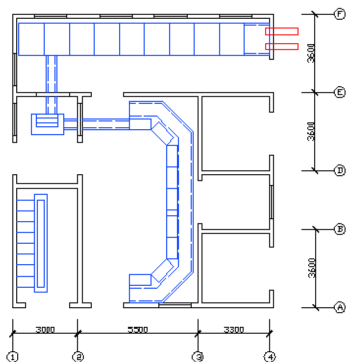


图 5-267　对称复制矩形



（5）单击“实用程序”面板中的“窗口”命令按钮，局部放大如图 5-268 所示选择的图形，预备下一步操作，效果如图 5-269 所示。

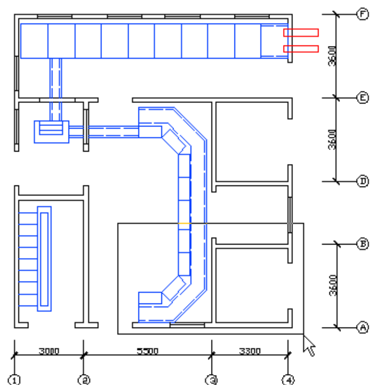


图 5-268　选择图形

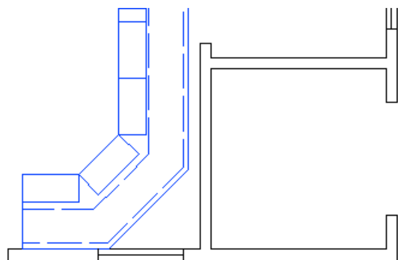


图 5-269　局部放大

（6）绘制变压器入线的接线排。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 10×8 和 8×7 的矩形，效果如图 5-270 所示。

（7）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，移动矩形 10×8，使它的底边中点和矩形 8×7 的底边中点重合，效果如图 5-271 所示。

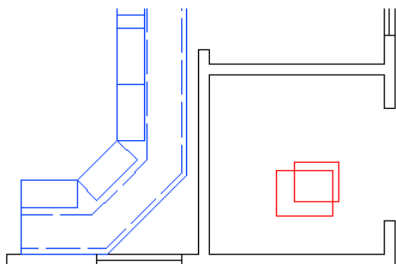


图 5-270　绘制两个矩形

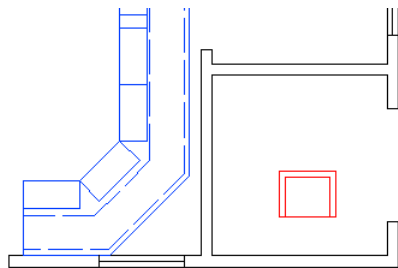


图 5-271　移动矩形

（8）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，移动两个矩形，使它们的底边中点和如图 5-272 所示中点重合，效果如图 5-273 所示。

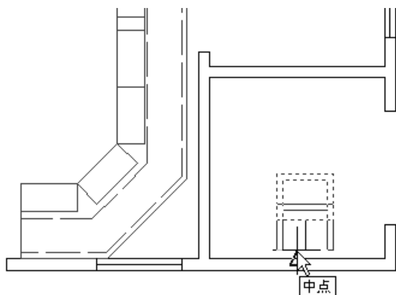


图 5-272　捕捉中点

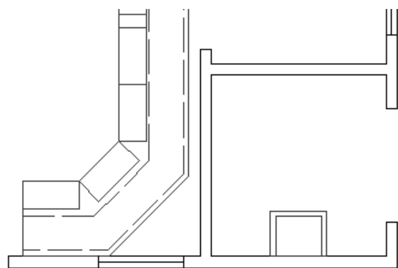


图 5-273　移动两个矩形



（9）单击“绘图”面板中的“面域”命令按钮，把两个矩形转变成面域。

（10）在“菜单浏览器”中选择“修改”→“实体编辑”→“差集”菜单命令，使用大面域剪切小面域，效果如图 5-274 所示。

（11）绘制下边的变压器主体。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 10×5 的矩形，效果如图 5-275 所示。

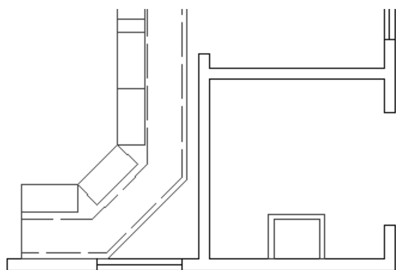


图 5-274　减切面域

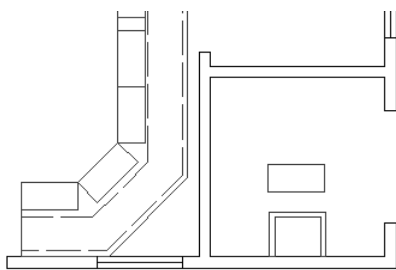


图 5-275　绘制矩形

（12）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 1×3 的矩形，效果如图 5-276 所示。

（13）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 2×8 的矩形，效果如图 5-277 所示。

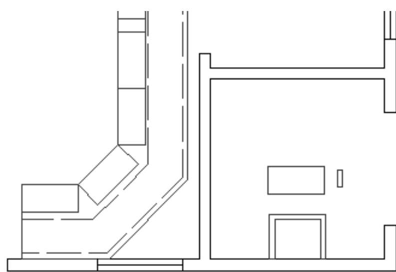


图 5-276　绘制矩形 1×3

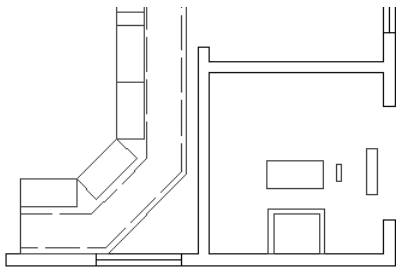


图 5-277　绘制矩形 2×8

（14）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 4×3 的矩形，效果如图 5-278 所示。

（15）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，使用对应边中点重合的方法，把各个矩形排列成如图 5-279 所示形状。

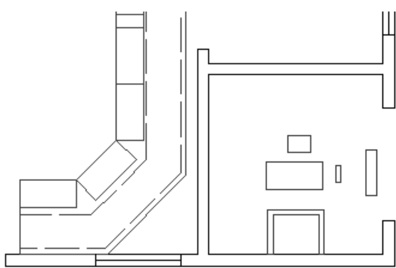


图 5-278　绘制矩形 4×3

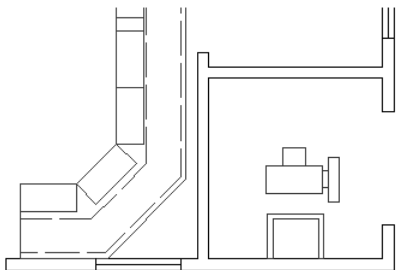


图 5-279　排列矩形



（16）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以过图 5-280 所示中点的水平直线为对称轴，把矩形 4×3 对称复制一份，效果如图 5-281 所示。

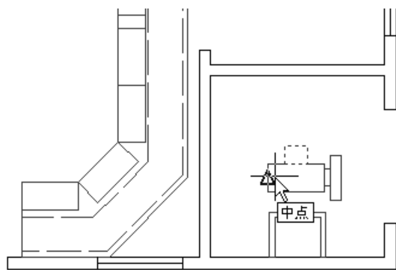
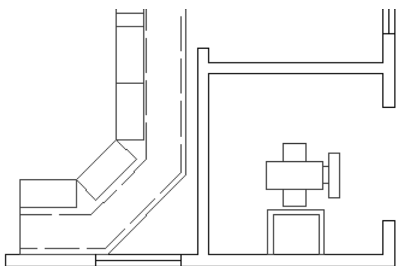
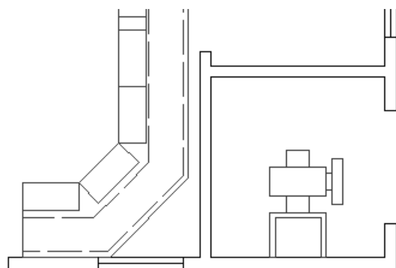


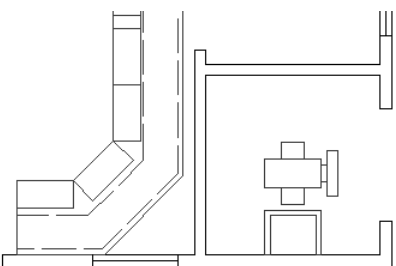
图 5-280　捕捉中点


图 5-281　复制矩形

（17）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把上边图形以下边矩形 4×3 的底边中点为移动基准点，以面域上边中点为移动目标点进行移动，效果如图 5-282 所示。

（18）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把上边图形向上移动距离 1，效果如图 5-283 所示。


图 5-282　定位图形


图 5-283　移动图形

（19）绘制出线的支架。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 5-284 所示端点的尺寸为 2×(−11)的矩形，效果如图 5-285 所示。

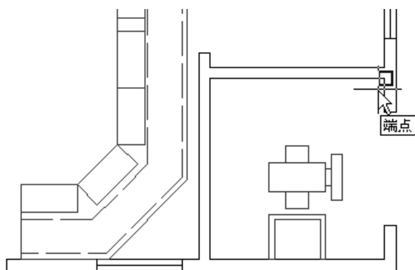
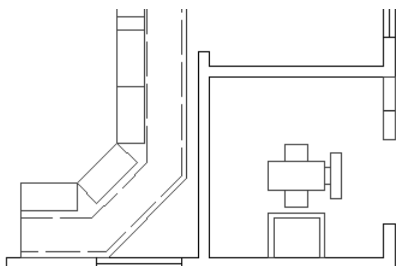


图 5-284　捕捉端点


图 5-285　绘制矩形

（20）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 2×(−11)以相对坐标点（@-11，1）进行移动，效果如图 5-286 所示。

（21）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制在如图 5-287 所示位置与面域三边相切的圆，效果如图 5-288 所示。



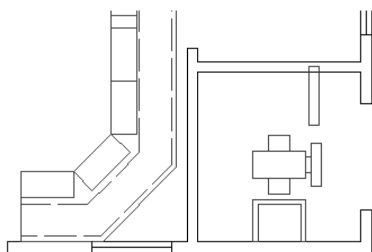


图 5-286　移动矩形

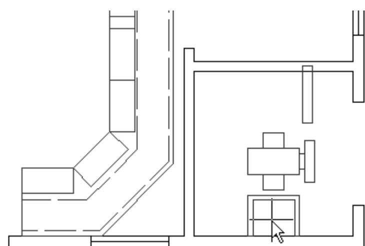


图 5-287　指示位置

（22）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制与步骤 21 绘制的圆同心的ϕ2 圆，效果如图 5-289 所示。

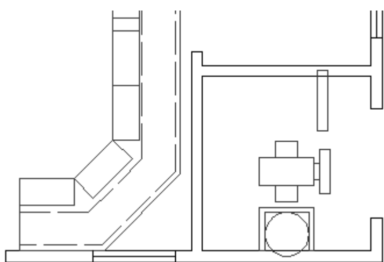


图 5-288　绘制圆

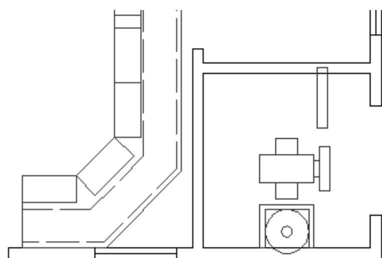


图 5-289　绘制ϕ2 圆

（23）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除大圆，效果如图 5-290 所示。

（24）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，以面域上图 5-291 所示位置处两个中点绘制圆，作为接线柱，效果如图 5-292 所示。

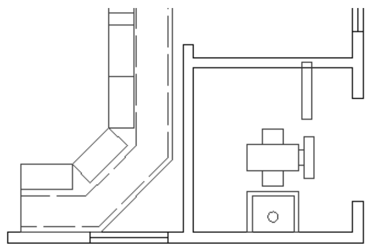


图 5-290　删除圆

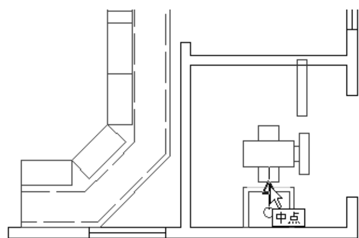


图 5-291　捕捉中点

（25）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把刚才绘制的圆向两边各复制一份，复制距离为 3，效果如图 5-293 所示。

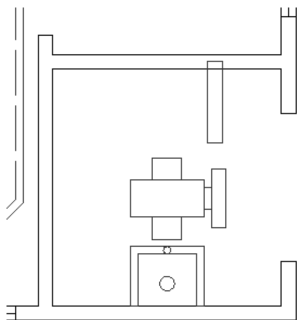


图 5-292　绘制接线柱

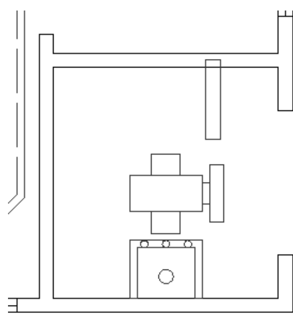


图 5-293　复制接线柱



（26）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 5-294 所示接线柱的下象限点为复制基准点，以图 5-295 所示中点为复制目标点，把 3 个接线柱向上复制一份，效果如图 5-296 所示。

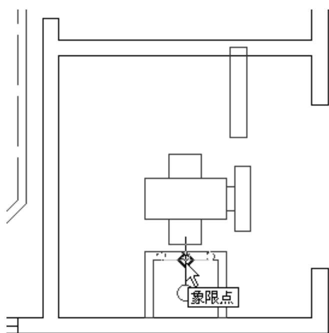


图 5-294　捕捉象限点

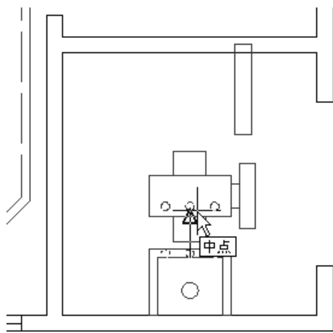


图 5-295　捕捉中点

（27）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以变压器符号的水平中轴线为对称轴，把下边的接线柱对称复制一份，效果如图 5-297 所示。

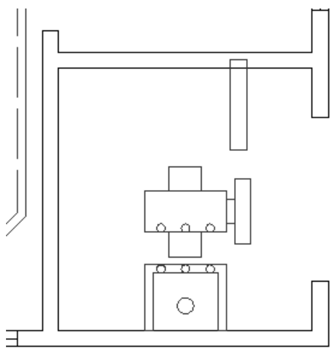


图 5-296　复制 3 个接线柱

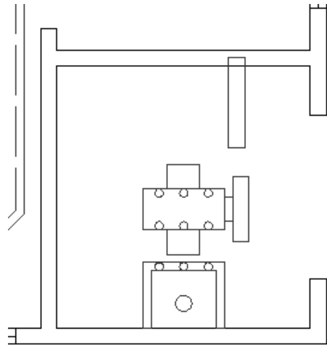


图 5-297　对称复制 3 个接线柱

（28）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 5-298 虚线所示接线柱的左边象限点为复制基准点，以图 5-299 所示端点为复制目标点，把该接线柱向上复制一份，效果如图 5-300 所示。

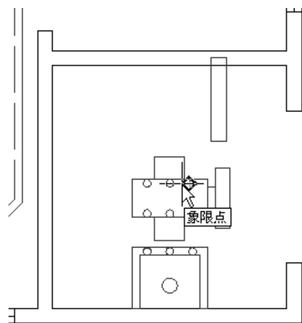


图 5-298　捕捉象限点

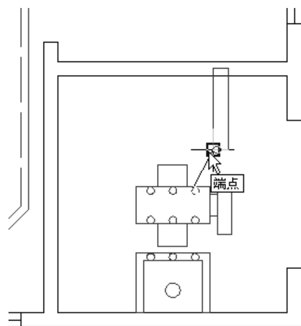
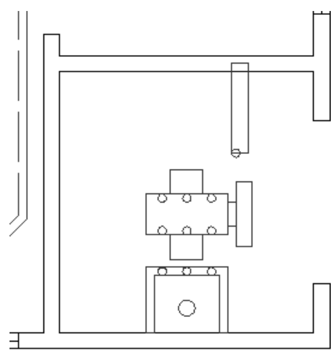
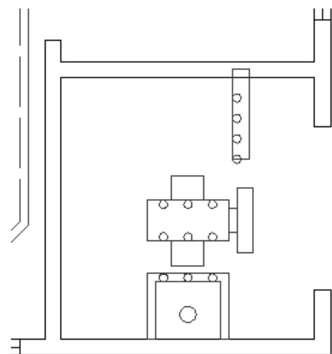


图 5-299　捕捉端点

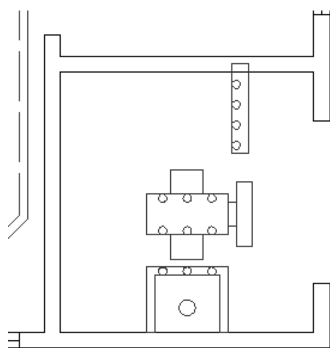
（29）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，把复制得到的接线柱阵列 4 行，行距为 2.5，效果如图 5-301 所示。

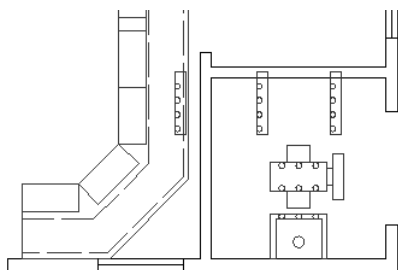

图 5-300　复制接线柱


图 5-301　阵列接线柱

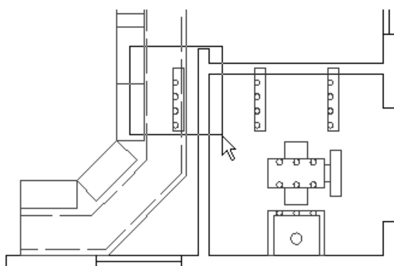
（30）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把支架上的接线柱向上移动，移动距离为 1，效果如图 5-302 所示。

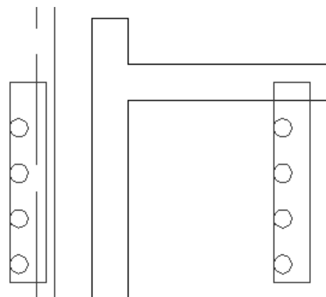
（31）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把支架连同接线柱向左边复制两份，复制距离分别为 13 和 27.5，效果如图 5-303 所示。


图 5-302　移动接线柱


图 5-303　复制支架

（32）把控制台那边的支架修改成支板，便于安装。单击“实用程序”面板中的“窗口”命令按钮，局部放大如图 5-304 所示选择的图形，预备下一步操作，效果如图 5-305 所示。


图 5-304　选择图形


图 5-305　局部放大



（33）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把如图 5-306 所示图形向右拉长，拉长距离为 3，效果如图 5-307 所示。

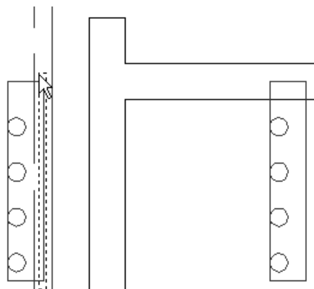


图 5-306　选择图形

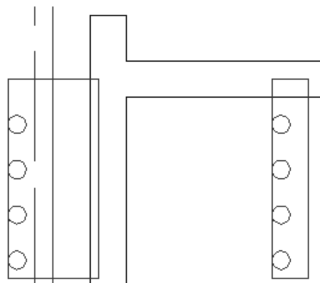


图 5-307　拉长图形

（34）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 6×10 的矩形，效果如图 5-308 所示。

（35）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 6×10 以其左边中点为移动基准点，以图 5-309 所示中点为移动目标点进行移动，效果如图 5-310 所示。

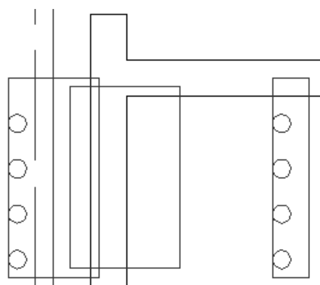


图 5-308　绘制矩形

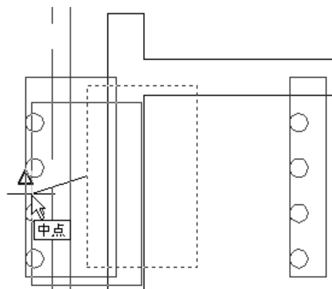


图 5-309　捕捉中点

（36）单击“实用程序”面板中的“上一个”命令按钮，恢复视图，效果如图 5-311 所示。

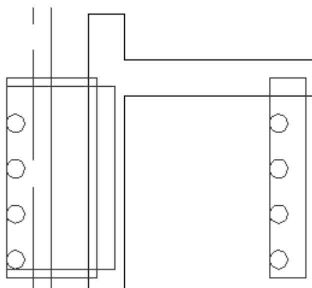


图 5-310　移动矩形

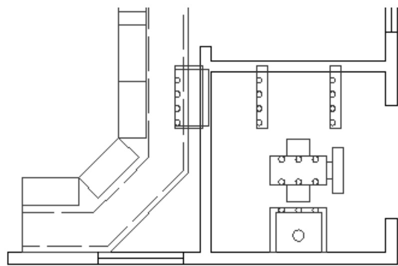


图 5-311　恢复视图

（37）连接变压主线路。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在图 5-312 所示圆心，端点在图 5-313 和图 5-314 所示圆心的连线作为变压器进线，效果如图 5-315 所示。

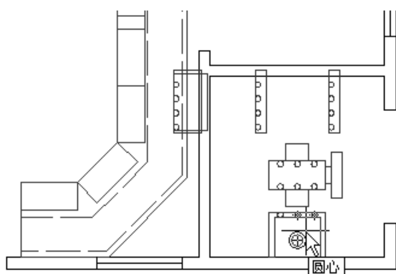


图 5-312　捕捉起点

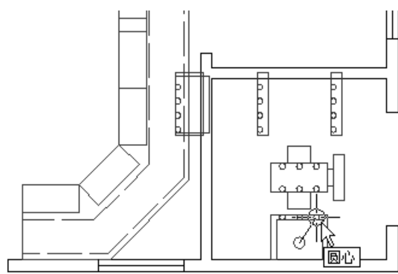


图 5-313　捕捉端点

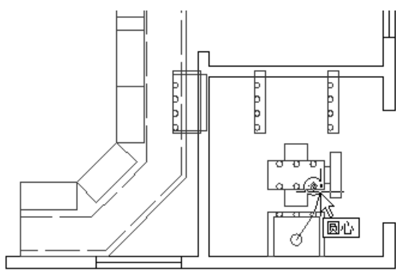
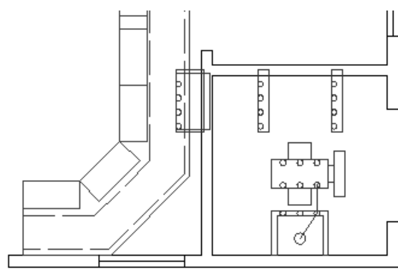
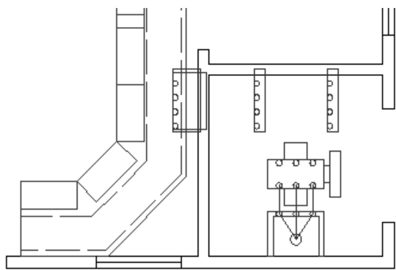


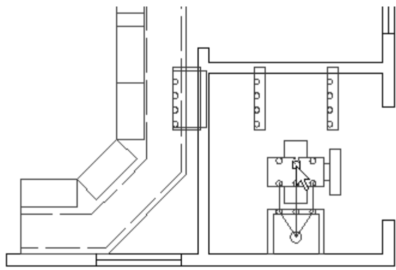
图 5-314　捕捉终点


图 5-315　绘制一条进线

（38）参照上面绘制进线的方法，绘制其他两条进线，效果如图 5-316 所示。

（39）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把如图 5-317 光标所示接线柱左边移动，移动距离为 1。


图 5-316　绘制其他两条进线


图 5-317　指示接线柱

（40）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以过图 5-318 所示中点的垂直直线为对称轴，把刚才移动的接线柱对称复制一份，效果如图 5-319 所示。

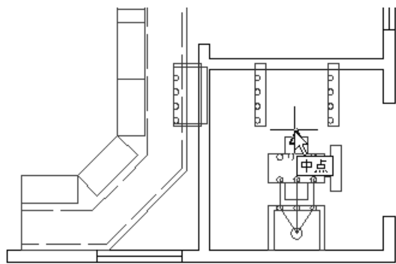
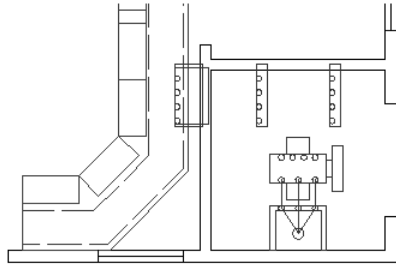


图 5-318　捕捉中点


图 5-319　对称复制接线柱



（41）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 5-320 所示圆心，端点在如图 5-321 和图 5-322 所示圆心的连线作为变压器出线，效果如图 5-323 所示。

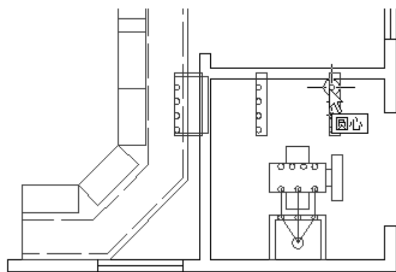


图 5-320　捕捉起点

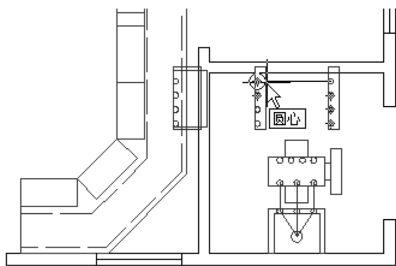


图 5-321　捕捉端点

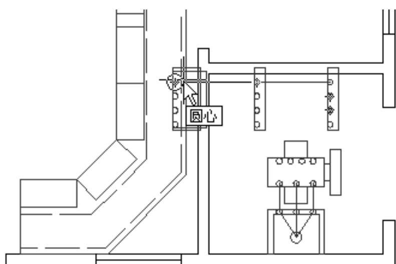


图 5-322　捕捉终点

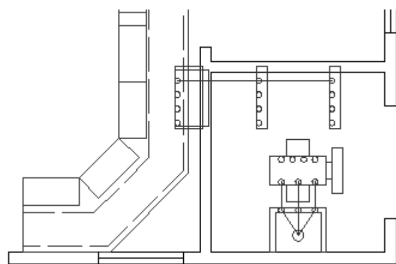


图 5-323　绘制一条变压器出线

（42）参照上面绘制进线的方法，绘制其他 3 条出线，效果如图 5-324 所示。

（43）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 5-325 所示圆心，端点在如图 5-326 所示最近点的连线，效果如图 5-327 所示。

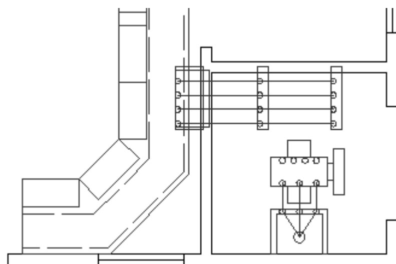


图 5-324　绘制其他 3 条出线

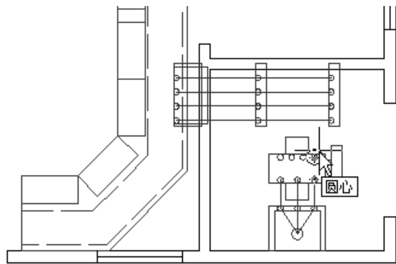


图 5-325　捕捉起点

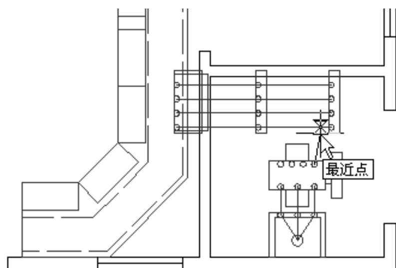


图 5-326　捕捉最近点

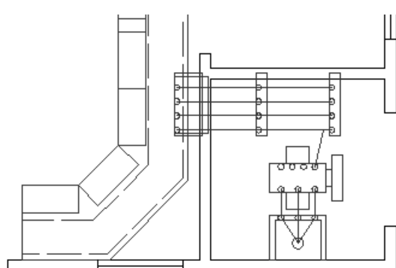


图 5-327　绘制一条连线



（44）参照上面绘制进线的方法，绘制其他 3 条出线，效果如图 5-328 所示。

（45）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，把如图 5-329 所示光标捕捉的线头延伸到虚线所示的控制台上，效果如图 5-330 所示。

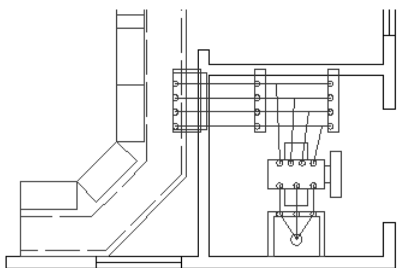


图 5-328　绘制其他连线

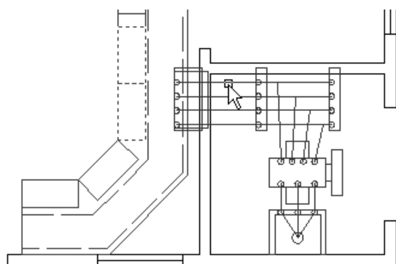


图 5-329　捕捉线头

（46）在命令行窗口输入命令“lengthen”，把下边 4 条延伸到控制台的线头分别拉长 1、2、3 和 4，效果如图 5-331 所示。

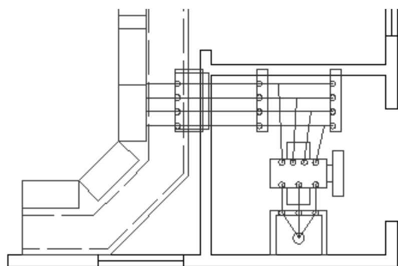


图 5-330　延伸线头

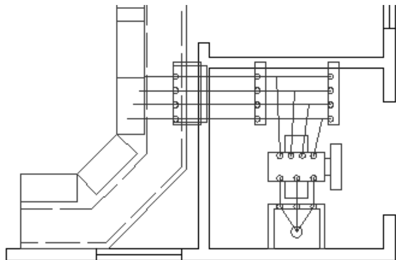


图 5-331　拉长线头

（47）单击“实用程序”面板中的“上一个”命令按钮，恢复视图，效果如图 5-332 所示。

（48）绘制另一组变压器，它位于另一个房间内。单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，把如图 5-333 所示框选的图形以过图 5-334 所示中点的水平直线为对称轴，对称复制一份，效果如图 5-335 所示。

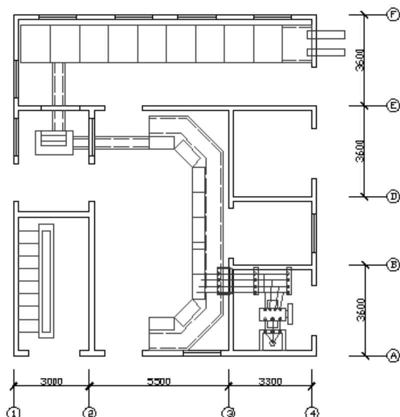


图 5-332　恢复视图

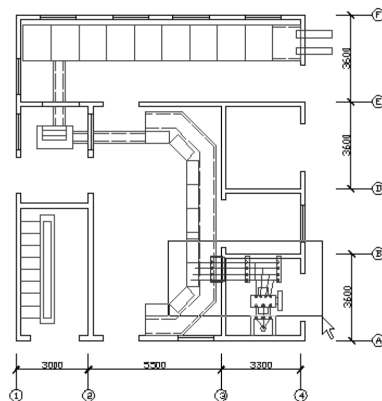


图 5-333　框选的图形



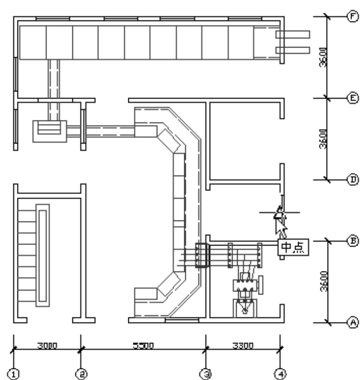


图 5-334　捕捉中点

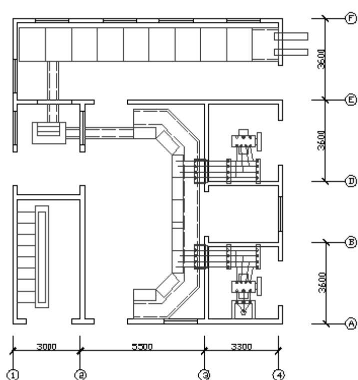


图 5-335　对称复制图形

（49）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 5-336 所示框选的图形向上复制到上边变压器所在房间的墙线上，效果如图 5-337 所示。

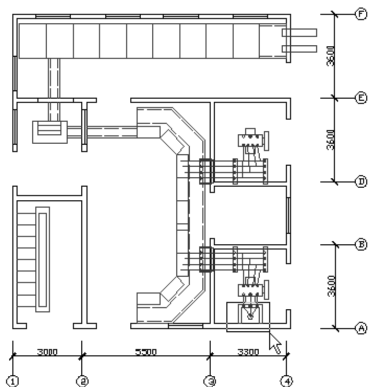


图 5-336　选择图形

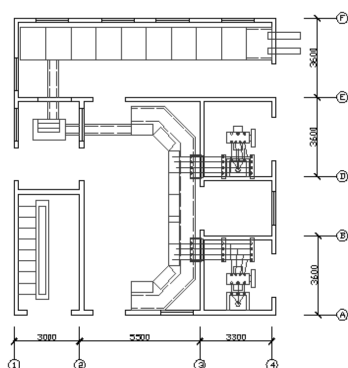


图 5-337　复制图形

（50）调整上一组变压设备的连线。单击“实用程序”面板中的“窗口”命令按钮，局部放大如图 5-338 所示选择的图形，预备下一步操作，效果如图 5-339 所示。

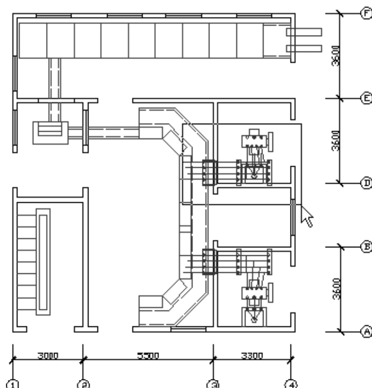


图 5-338　选择图形

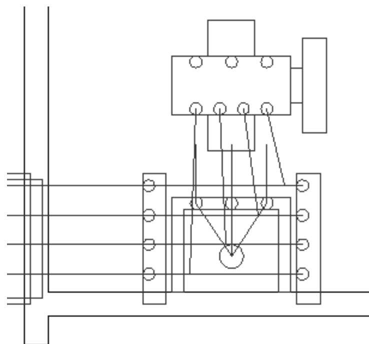


图 5-339　局部放大

（51）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以过图 5-340 所示中点的水平直线为对称轴，把虚线所示接线柱对称复制一份，注意删除源对象，效果如图 5-341 所示。

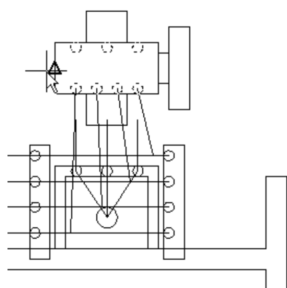


图 5-340　捕捉中点

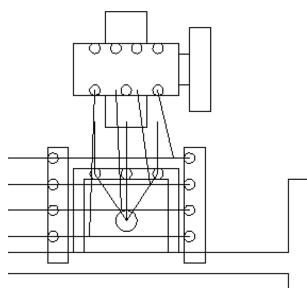


图 5-341　对称复制

（52）单击图中未连接上接线柱的导线，通过移动夹点的方法把它们一一连接到接线柱上，效果如图 5-342 所示。

（53）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以各个接线柱为修剪边，修剪掉它里边的线头，结果如图 5-343 所示。

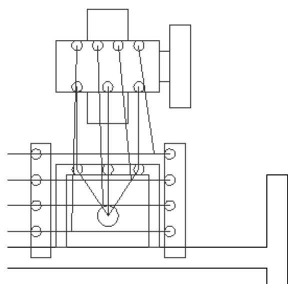


图 5-342　整理导线

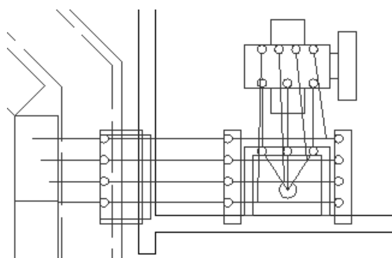


图 5-343　修剪线头

（54）单击“实用程序”面板中的“上一个”命令按钮，恢复视图，效果如图 5-344 所示。

（55）绘制变压器入线。单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把如图 5-345 光标所示直线向右边偏移复制两份，偏移复制距离分别为 2 和 4，效果如图 5-346 所示。

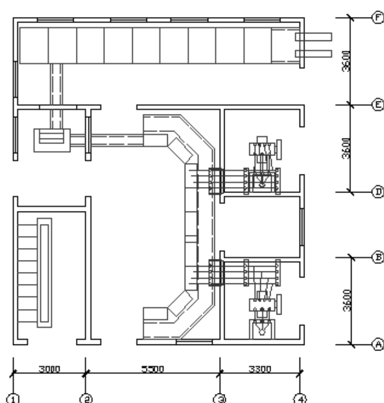


图 5-344　恢复视图

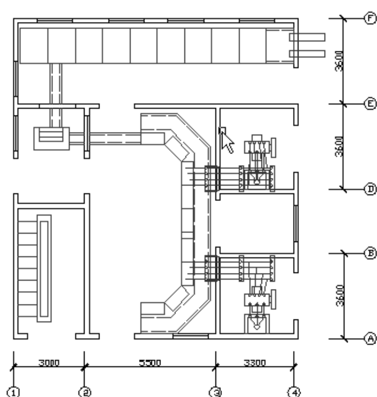


图 5-345　捕捉直线

（56）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以图 5-347 光标所示矩形为延伸边界线，延伸刚才偏移复制的直线，效果如图 5-348 所示。

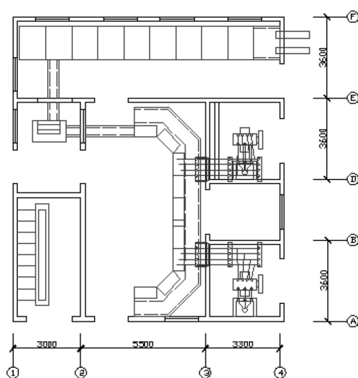


图 5-346　偏移图形

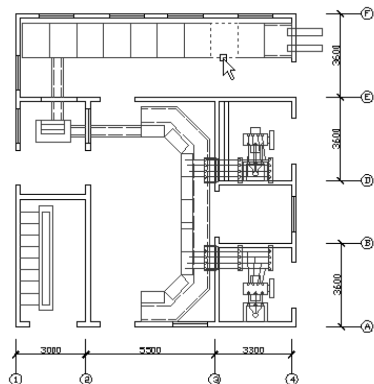


图 5-347　捕捉矩形

（57）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 5-349 所示圆心，方向水平向左的直线，效果如图 5-350 所示。

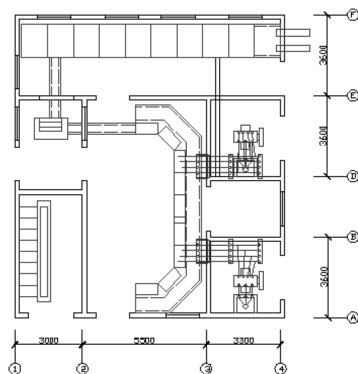


图 5-348　延伸直线

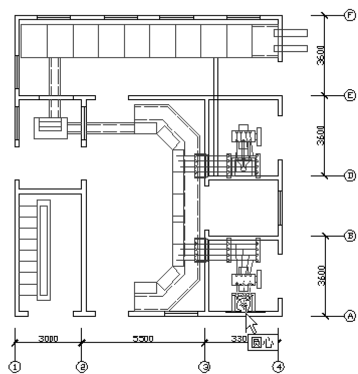


图 5-349　捕捉圆心

（58）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，参照上面的操作在上面变压器设施中同样的位置绘制另一条向左的水平直线，效果如图 5-351 所示。

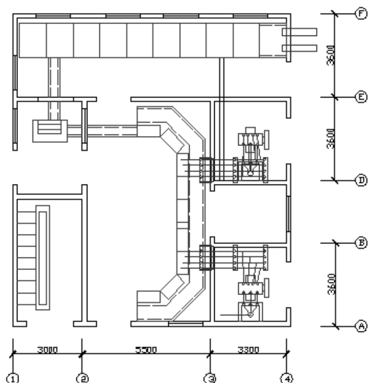


图 5-350　绘制一条引入线

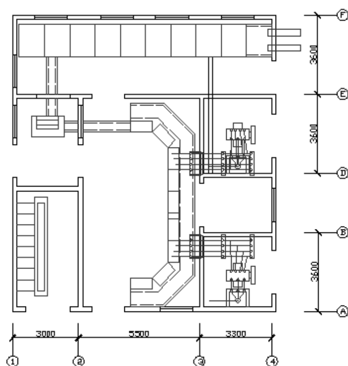


图 5-351　绘制另一条引入线

（59）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 5-352 虚线所示直线和光标捕捉的线头之间相互倒适当大小的圆角，使其连接起来，效果如图 5-353 所示。

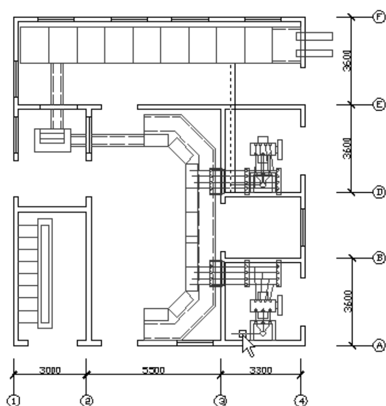


图 5-352　捕捉线头

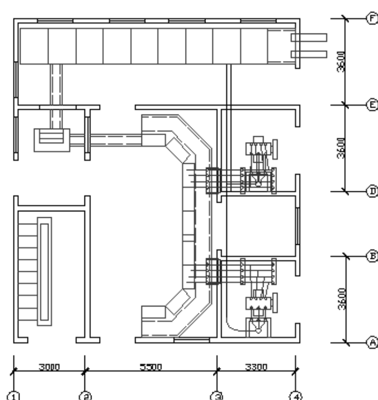


图 5-353　连接下边的引入线

（60）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 5-354 所示虚线直线和光标捕捉的线头之间相互倒适当大小的圆角，使其连接起来，效果如图 5-355 所示。

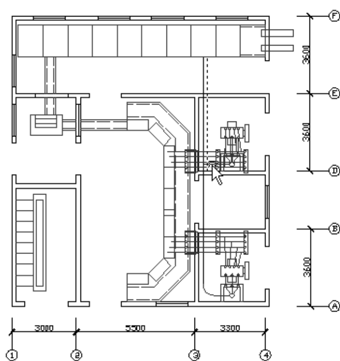


图 5-354　捕捉线头

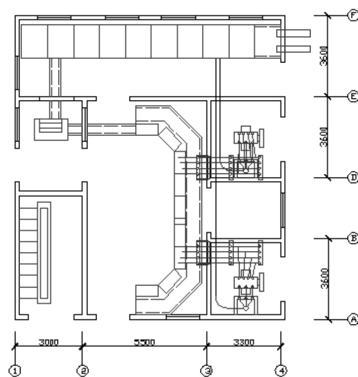


图 5-355　连接上边的引入线

（61）最后把黑色实线构成的引入线转换成红色导线，效果如图 5-356 所示。

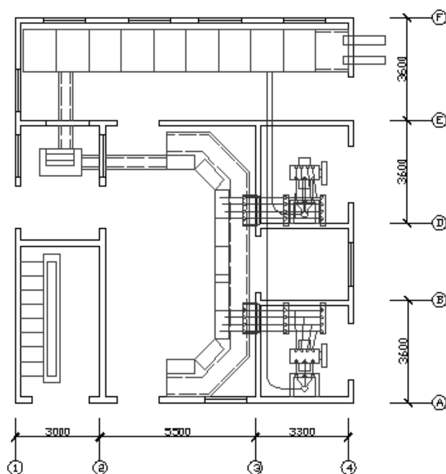


图 5-356　转换线型



5.4.3　标注文字

图形绘制完毕后，必须详细标明所绘制的内容。为此还专门设置一个“文字”图层。下面对图形进行详细标示。

（1）单击“图层”面板中的“图层特性”命令按钮，设置一个使用深绿色直线的“文字”图层，并单击“置为当前”按钮，将它置为当前图层，效果如图 5-357 所示。

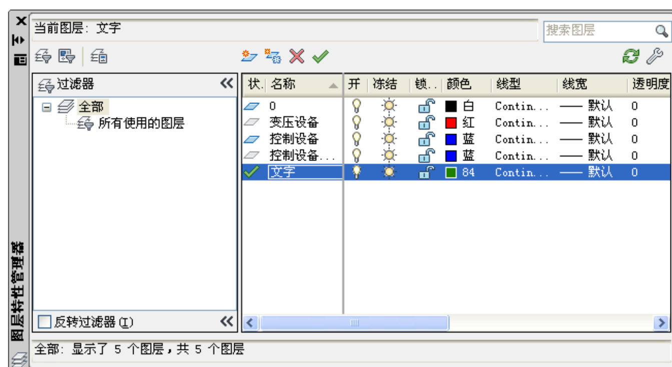


图 5-357　设置图层

（2）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注各个房间的文字代号，效果如图 5-358 所示。

（3）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注上边房间内电气设备的编号，效果如图 5-359 所示。

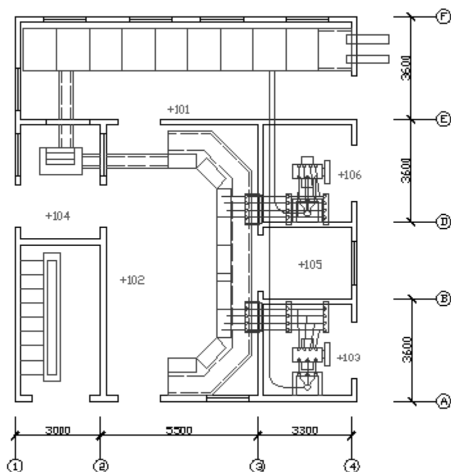


图 5-358　标注各个房间的代号

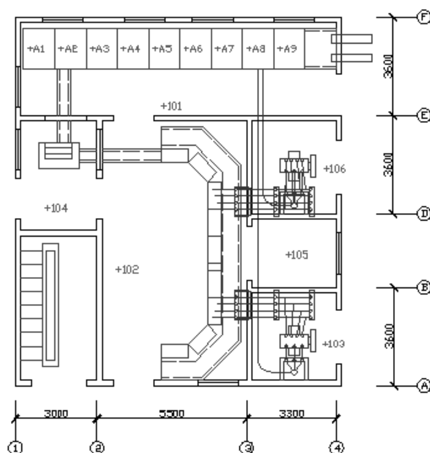


图 5-359　标注上边房间内设备编号

（4）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，按照设备走向标注其他电气设备的编号，效果如图 5-360 所示。

（5）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，最后标注变压器的编号，效果如图 5-361 所示。



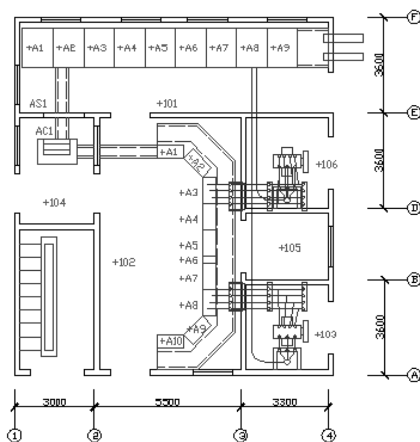


图 5-360　标注其他设备编号

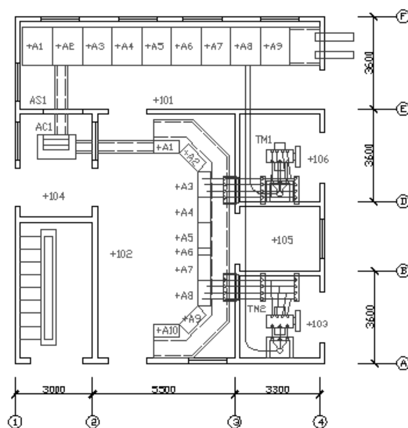


图 5-361　标注变压器代号

（6）单击“图层”面板中的“图层特性”命令按钮，设置一个使用褐色直线的“尺寸标注”图层，并单击“置为当前”按钮，将它置为当前图层，效果如图 5-362 所示。

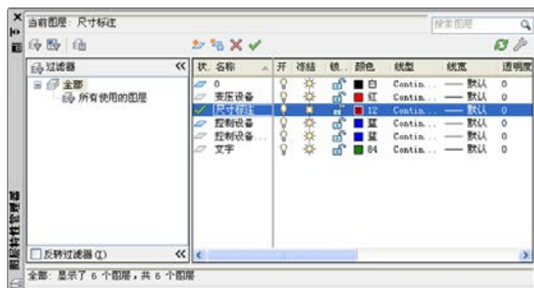


图 5-362　设置图层

（7）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮，在如图 5-363 所示位置标注设备边缘到墙线的距离，阶段效果如图 5-364 所示。

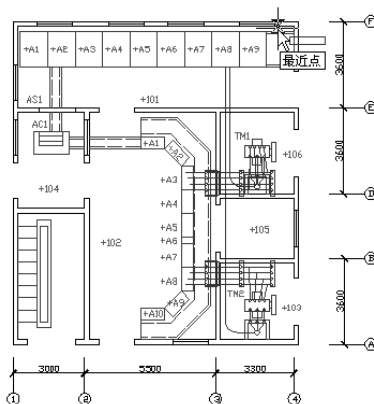


图 5-363　指示位置

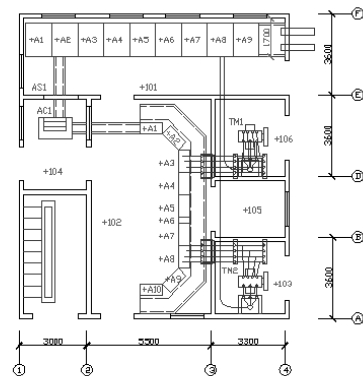


图 5-364　标注距离

（8）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮，在下边的位置标注过道的宽度，阶段效果如图 5-365 所示。



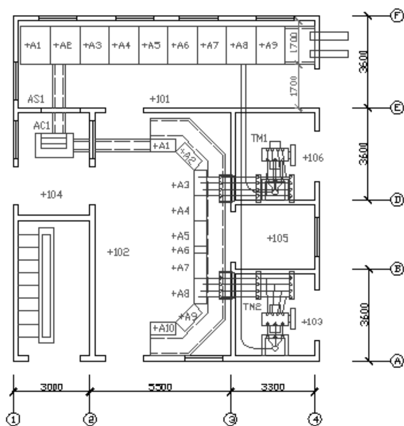


图 5-365　标注过道的宽度

（9）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮，在如图 5-366 所示位置标注变压器到门边的距离，阶段效果如图 5-367 所示。

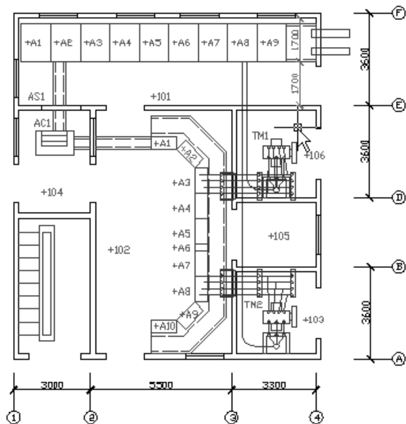


图 5-366　指示标注位置图

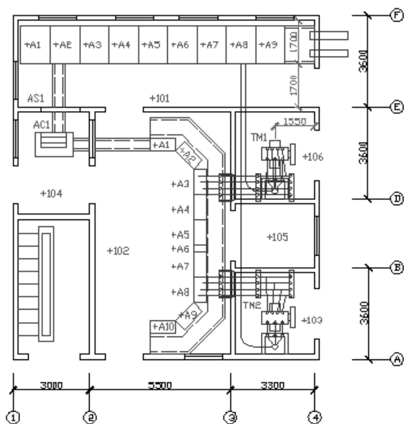


图 5-367　标注变压器到门边的距离

（10）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮，在如图 5-368 所示位置标注支架到墙边的距离，阶段效果如图 5-369 所示。

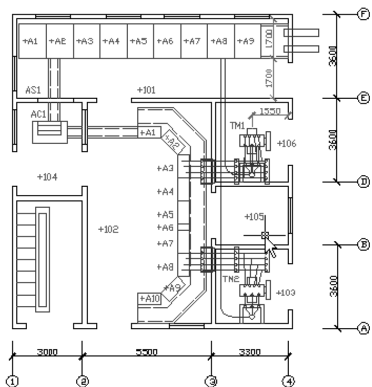


图 5-368　指示位置图

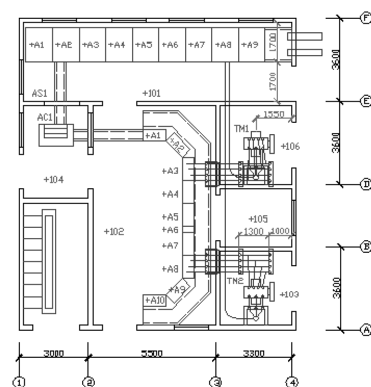


图 5-369　标注支架到墙边的距离

（11）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮，在如图 5-370 光标所示位置标注控制台到墙边的距离，阶段效果如图 5-371 所示。

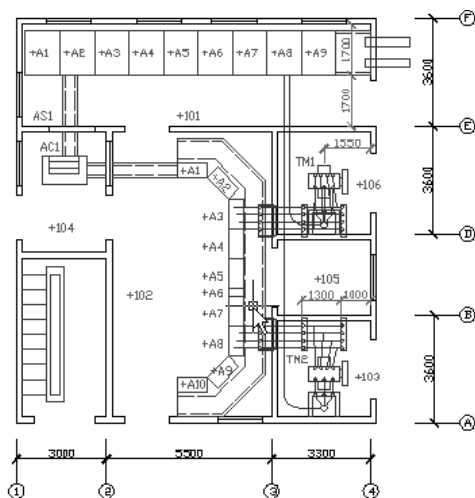


图 5-370　指示位置

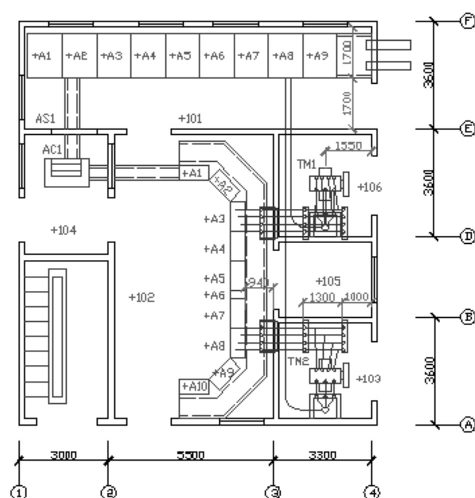


图 5-371　标注控制台到墙边的距离

（12）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮，在如图 5-372 光标所示位置标注下边一台变压器到轴线 4 的距离，阶段效果如图 5-373 所示。

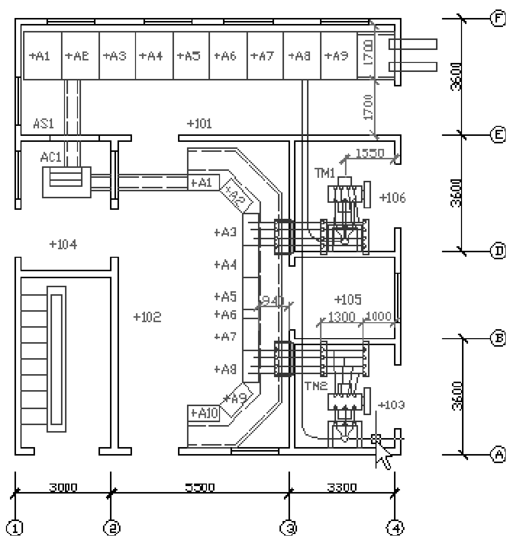


图 5-372　指示位置

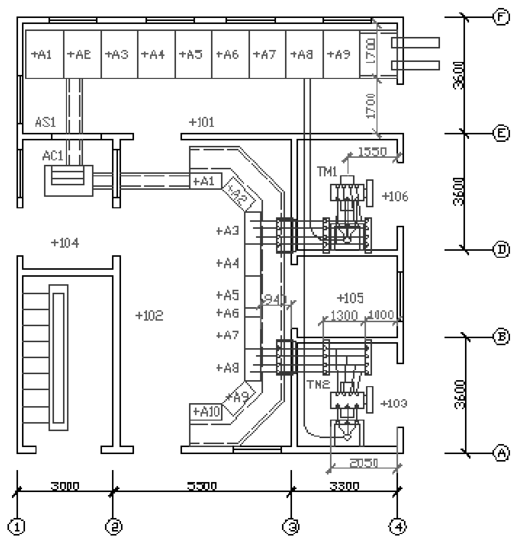


图 5-373　标注变压器到轴线的距离

（13）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮，在如图 5-374 光标所示位置标注控制台上某重要尺寸，阶段效果如图 5-375 所示。

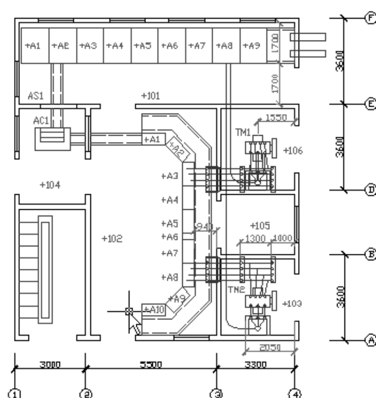


图 5-374　指示位置

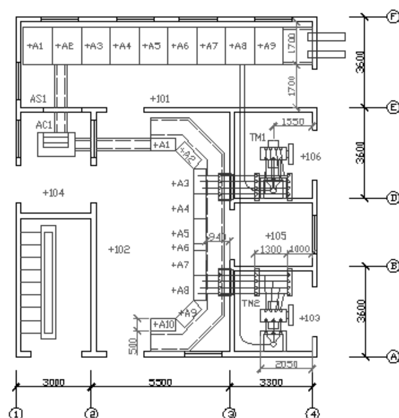


图 5-375　标注某重要尺寸

（14）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮，在如图 5-376 光标所示位置标注线路转换台的尺寸和到墙线的距离，阶段效果如图 5-377 所示。

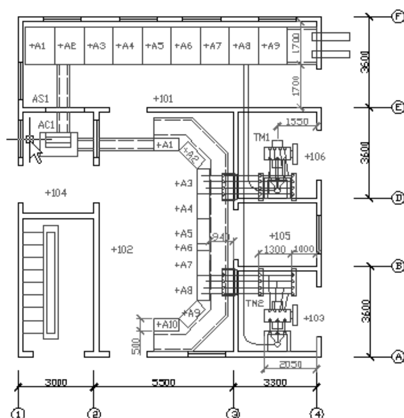


图 5-376　指示位置图

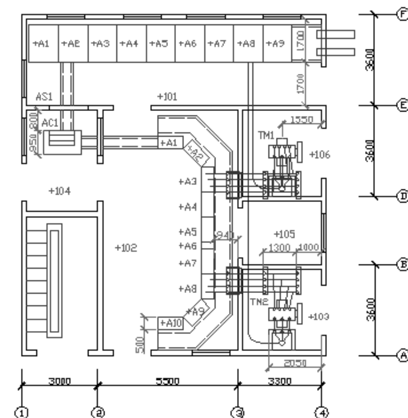


图 5-377　标注转换台的尺寸和到墙线的距离

（15）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮，在如图 5-378 光标所示位置标注控制线到墙线的距离，阶段效果如图 5-379 所示。

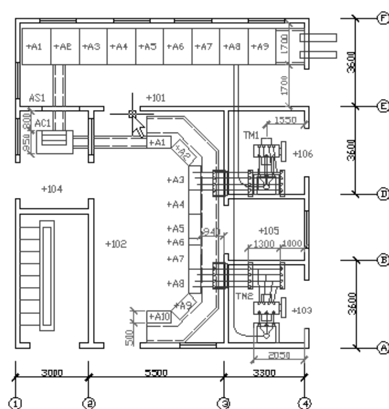


图 5-378　指示位置

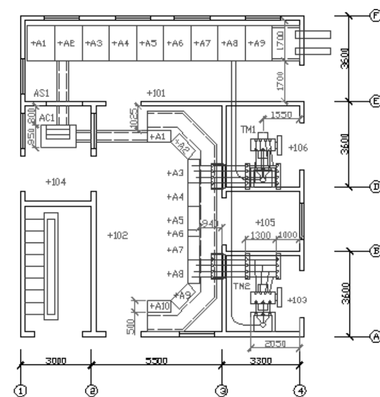


图 5-379　标注控制线到墙线的距离



（16）最后把轴线上的标注转换成其他尺寸标注的线型，以示全图统一，效果如图 5-380 所示。

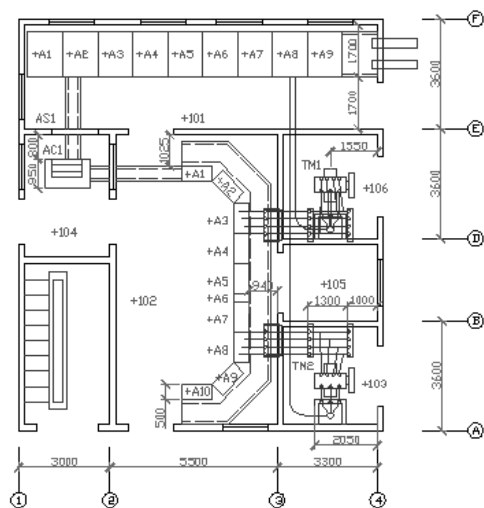


图 5-380　转换线型



电力消费工程图例

本篇介绍以下主要知识点：

- 实验室照明平面图的绘制范例
- 某宾馆楼共用天线系统图的绘制范例
- 多层住宅电话系统图的绘制范例
- 双回路电源高压配电所系统图的绘制范例
- 车间配电干线的绘制范例
- 车间动力平面布置图的绘制范例
- 配电箱配电系统图的绘制范例
- 摇臂钻床电气图的绘制范例
- 轿车电气一次设计图（局部）的绘制范例
- 通用电动机控制设计范例

第 6 章　住宅电气设计

知识导引

民用住宅中配备着多种电气系统，包括照明、电话、宽带网、闭路电视和火灾报警等。本章列举 3 种住宅电气设计，有属于强电的照明系统设计，还有属于弱电的天线系统设计、电话系统设计。读者可以仔细研究、学习和借鉴。

6.1　实验室照明平面图



制作思路

以前的电气图都是在已经完成的建筑图中绘制的。但是如果没有建筑图，就需要设计单位自行测绘建筑平面图，并在此基础上绘制出电气图。本例将先绘制建筑图，然后绘制照明电气系统。

6.1.1　轴线和墙线

绘制建筑图时，先绘制有轴线和墙线的基本图，然后绘制门洞和窗洞，即可完成绘制电气图需要的建筑图。这层建筑是某中学的一层实验室，其中有配电用的电工间，进行物理、化学试验的实验室，存储化学物质的房间以及厕所、更衣室、浴室等，对电气性能有不同的要求。

1．基本图

绘制步骤如下。

（1）从以前绘制的图形中复制如图 6-1 所示的两条轴线。

（2）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，屏幕出现如图 6-2 所示的“阵列”对话框，填好各项数值，把纵向轴线阵列 6 列，列距为 39，效果如图 6-3 所示。

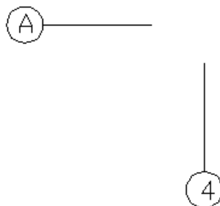


图 6-1　贴入轴线

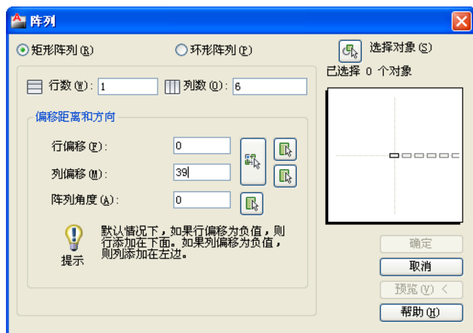
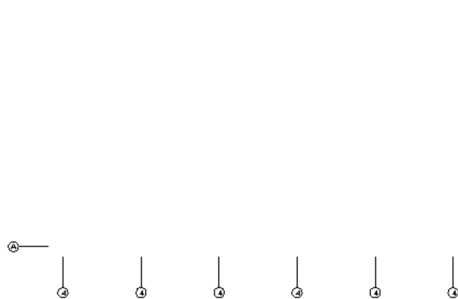
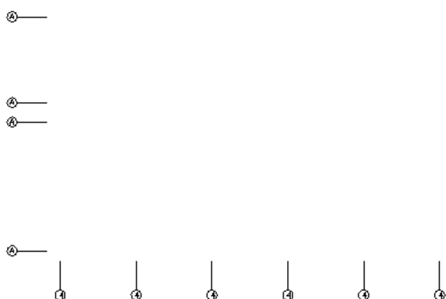


图 6-2　“阵列”对话框



（3）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把横向轴线向上复制 3 份，距离分别为 66、82 和 126，效果如图 6-4 所示。


图 6-3　阵列轴线


图 6-4　复制轴线

（4）双击轴线圆圈内的文字，在“多行文字编辑器”中把这些文字改成“A”、“B”、“C”、“D”和“1”、“2”、“3”、“4”、“5”、“6”，效果如图 6-5 所示。

（5）绘制外墙线。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在轴线“1”、“A”交点，终点在轴线“6”、“D”交点的矩形，效果如图 6-6 所示。

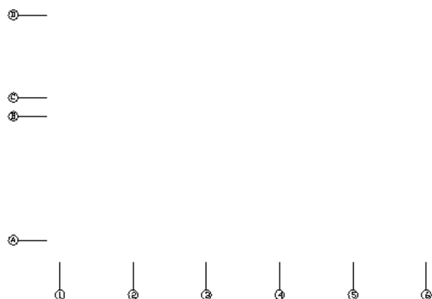
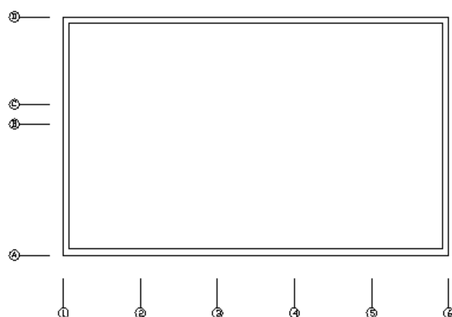
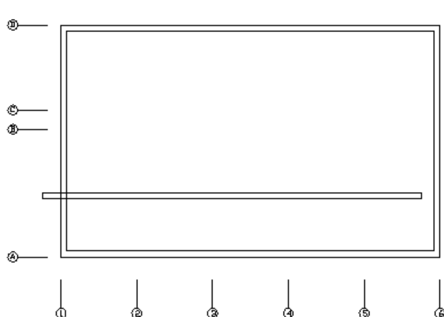

图 6-5　修改文字


图 6-6　绘制矩形

（6）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把矩形向里边偏移复制一份，复制距离为 3，效果如图 6-7 所示。

（7）绘制内墙线。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 195×3 的矩形，效果如图 6-8 所示。


图 6-7　偏移复制矩形


图 6-8　绘制矩形

（8）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 195×3 以左边中点为移动基准点，以图 6-9 所示轴线 B 的延伸线与大矩形的交点为移动目标点进行移动，效果如图 6-10 所示。

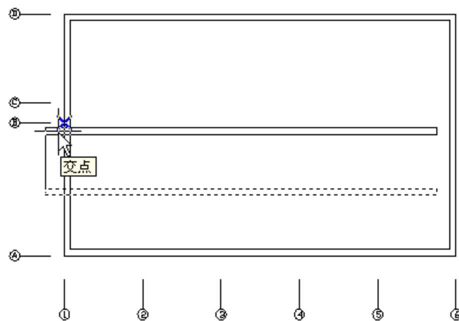
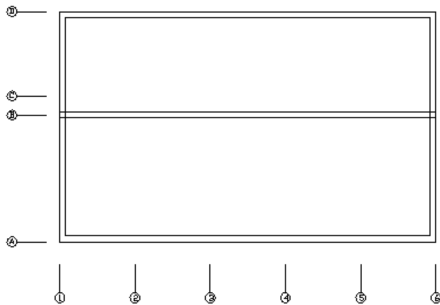


图 6-9　捕捉交点


图 6-10　移动矩形

（9）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把矩形 195×3 以左边中点为复制基准点，以图 6-11 所示轴线 C 的延伸线与大矩形的交点为复制目标点，向上复制一份，效果如图 6-12 所示。

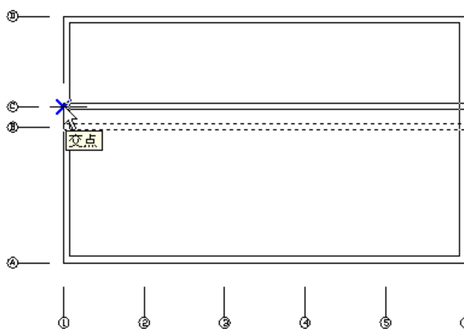
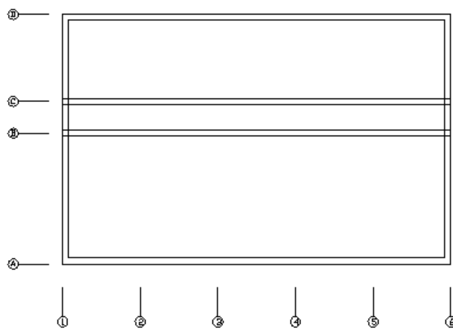
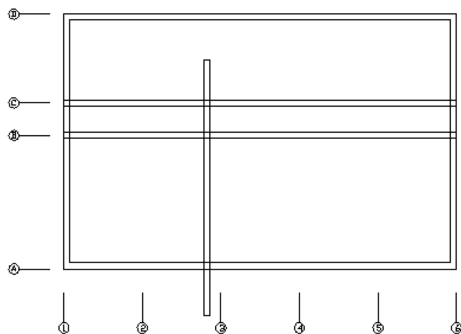


图 6-11　捕捉交点


图 6-12　复制矩形

（10）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 3×126 的矩形，效果如图 6-13 所示。

（11）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 3×126 以底边中点为移动基准点，以图 6-14 所示轴线 3 的延伸线与大矩形的交点为移动目标点进行移动，效果如图 6-15 所示。


图 6-13　绘制矩形

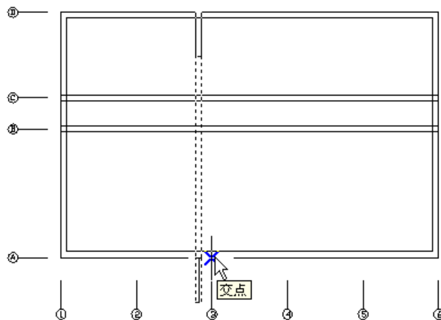


图 6-14　捕捉延伸交点



（12）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把矩形 3×126 以底边中点为复制基准点，以图 6-15 所示轴线 4 的延伸线与大矩形的交点为复制目标点，向右复制一份，效果如图 6-16 所示。

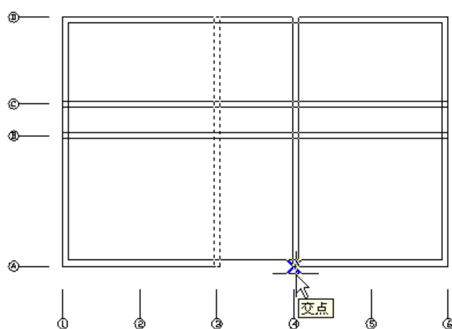


图 6-15　移动矩形

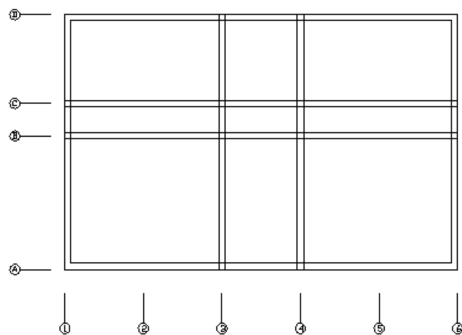


图 6-16　复制矩形

（13）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 3×45.5 的矩形，效果如图 6-17 所示。

（14）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 3×45.5 以底边中点为移动基准点，以图 6-18 所示轴线 2 的延伸线与矩形的交点为移动目标点进行移动，效果如图 6-19 所示。

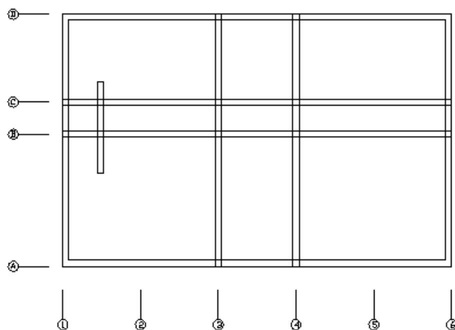


图 6-17　绘制矩形

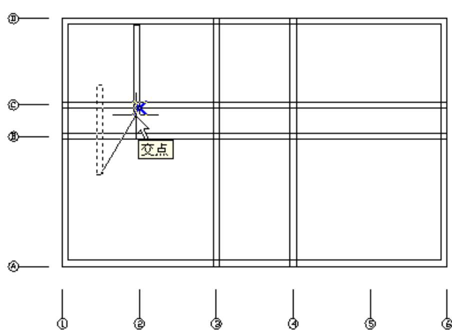


图 6-18　捕捉交点

（15）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把矩形 3×45.5 以底边中点为复制基准点，以图 6-20 所示轴线 5 的延伸线与大矩形的交点为复制目标点，向右复制一份，效果如图 6-21 所示。

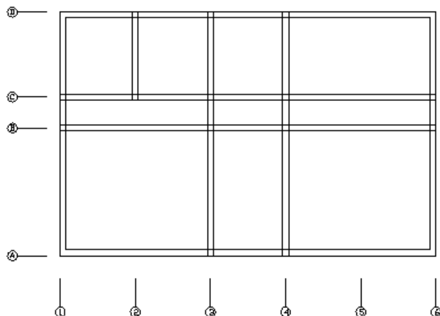


图 6-19　移动矩形

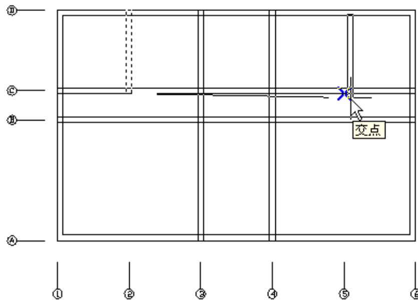


图 6-20　捕捉延伸交点



（16）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 6-22 所示虚线矩形为修剪边，修剪掉光标所示的线头，结果如图 6-23 所示。

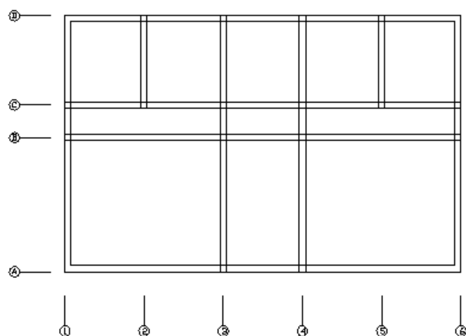


图 6-21 复制矩形

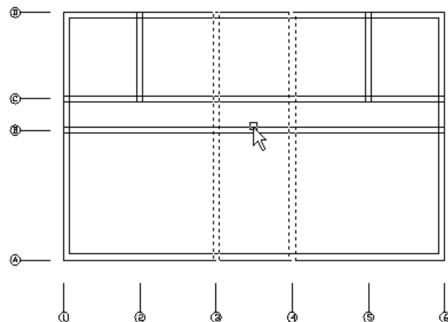


图 6-22 指示线段

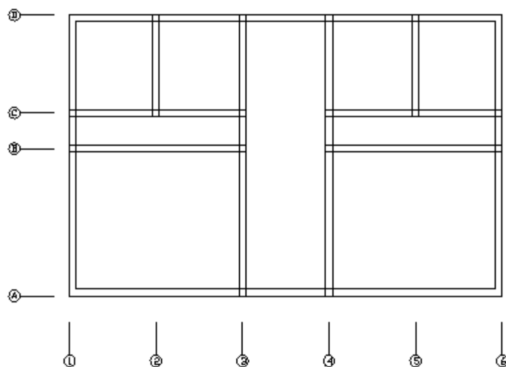


图 6-23 修剪图形

2．门洞

绘制步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 12×5 的矩形作为修剪出门洞的工具，效果如图 6-24 所示。

（2）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 12×5 以其底边中点为移动基准点，以图 6-25 所示中点为移动目标点进行移动，效果如图 6-26 所示。

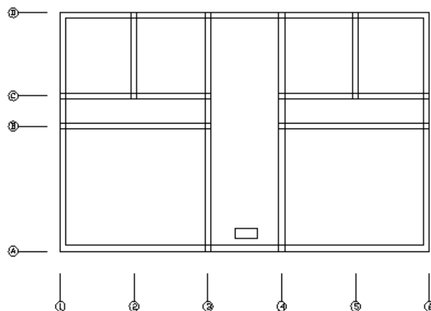


图 6-24 绘制矩形

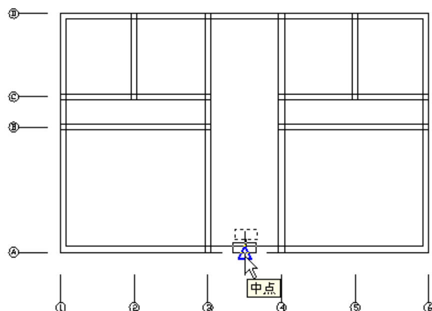


图 6-25 捕捉中点



（3）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以墙线为被修剪边，以矩形 12×5 为修剪边修剪出门洞，结果如图 6-27 所示。

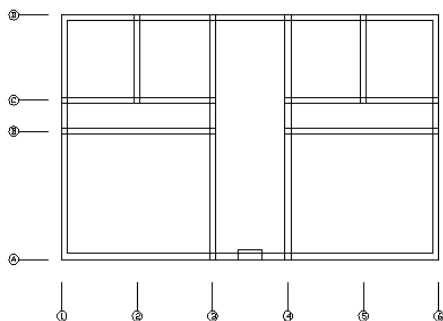


图 6-26　移动矩形

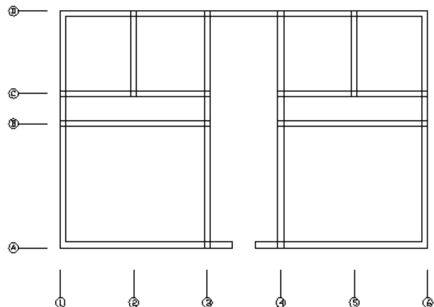


图 6-27　修剪出门洞

（4）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，以图 6-28 所示端点为起点绘制尺寸为 5×10 的矩形，效果如图 6-29 所示。

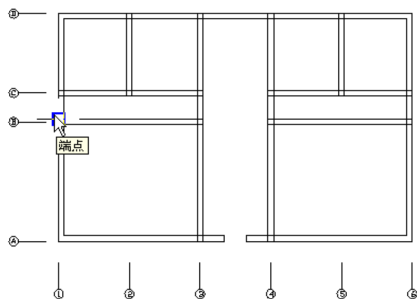


图 6-28　捕捉端点

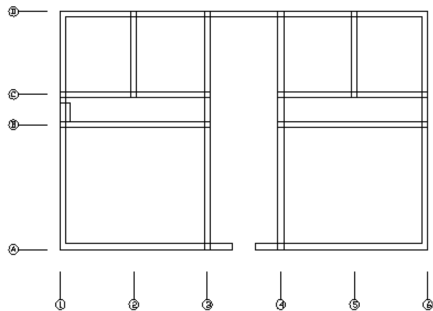


图 6-29　绘制矩形

（5）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 5×10 向上移动距离为 1.5，效果如图 6-30 所示。

（6）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以墙线的左右对称轴为对称轴，把矩形 5×10 对称复制一份，效果如图 6-31 所示。

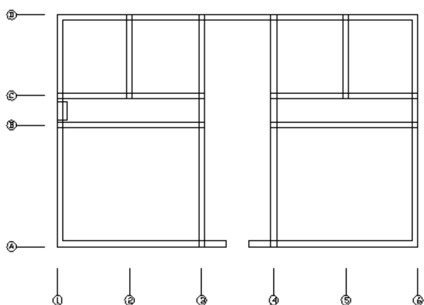


图 6-30　移动矩形

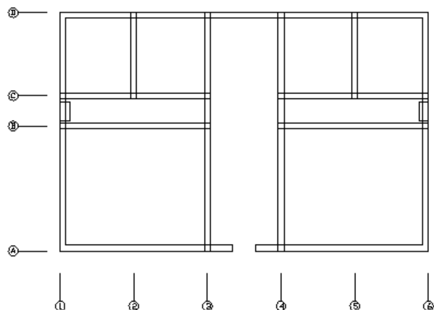
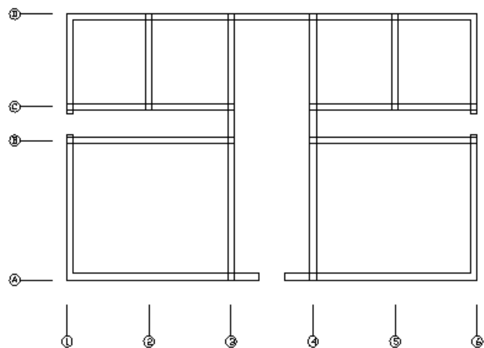
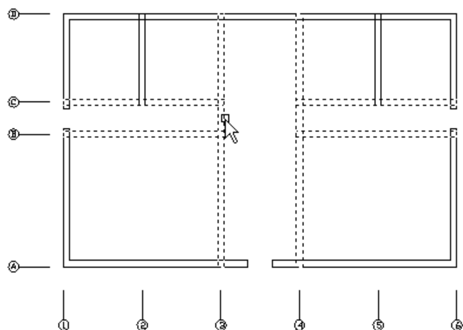


图 6-31　对称复制矩形

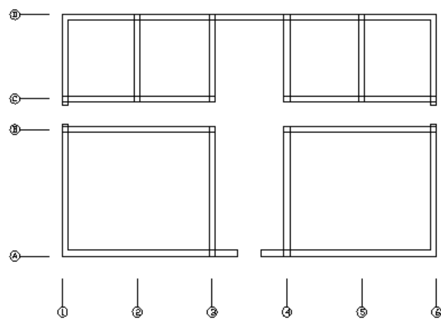
（7）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以墙线为被修剪边，两个矩形 5×10 为修剪边修剪出门洞，结果如图 6-32 所示。

（8）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 6-33 虚线所示墙线为被修剪边，修剪掉光标指示的部分，形成通道，结果如图 6-34 所示。


图 6-32　修剪出门洞


图 6-33　捕捉图形

（9）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，以图 6-35 所示交点为起点绘制尺寸为 20×(−5)的矩形，效果如图 6-36 所示。


图 6-34　修剪出通道

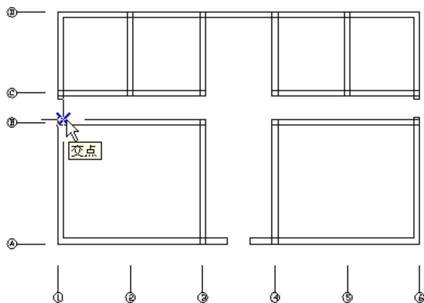
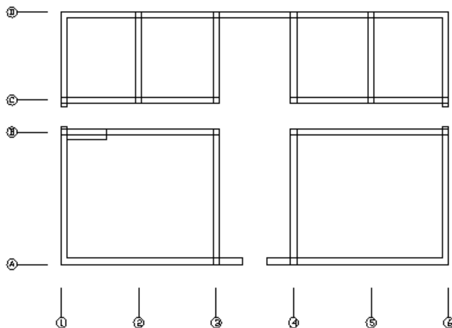
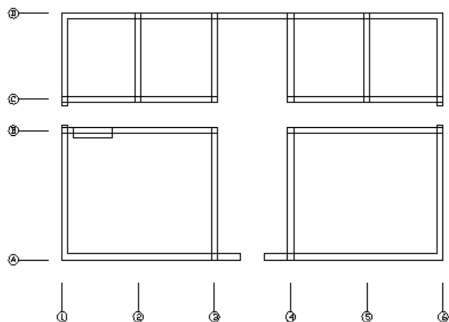


图 6-35　捕捉交点

（10）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 20×(−5)向右移动距离为 3，效果如图 6-37 所示。


图 6-36　对称复制矩形


图 6-37　移动矩形

（11）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，以图 6-38 所示交点为起点绘制尺寸为(−15)×(−5)的矩形，效果如图 6-39 所示。



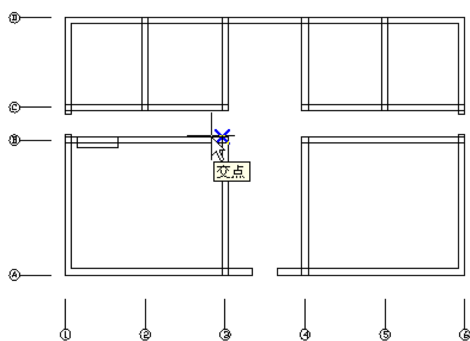


图 6-38　捕捉交点

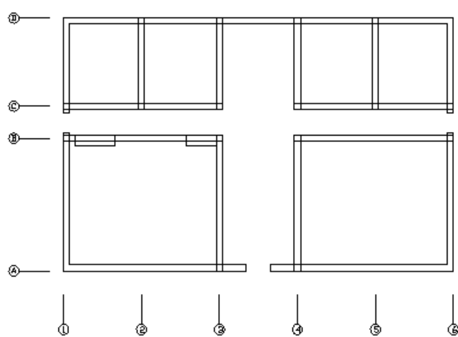


图 6-39　复制矩形

（12）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把得到的矩形(−15)×(−5)向左移动距离为 3，效果如图 6-40 所示。

（13）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以墙线的左右对称轴为对称轴，把两个矩形 20×(−5)和(−15)×(−5)对称复制一份，效果如图 6-41 所示。

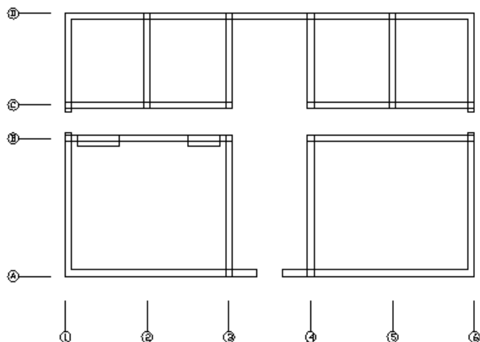


图 6-40　移动矩形

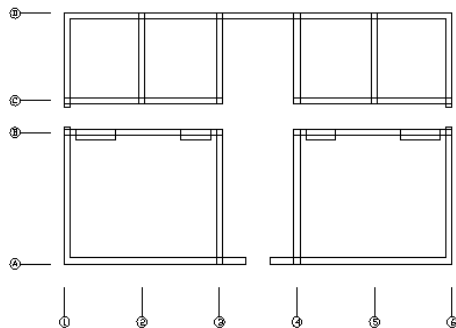


图 6-41　对称复制矩形

（14）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以墙线为被修剪边，4 个矩形为修剪边修剪出门洞，效果如图 6-42 所示。

（15）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，以图 6-43 所示交点为起点绘制尺寸为 15×5 的矩形，效果如图 6-44 所示。

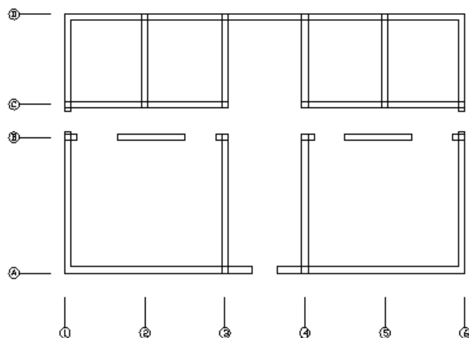


图 6-42　修剪出门洞

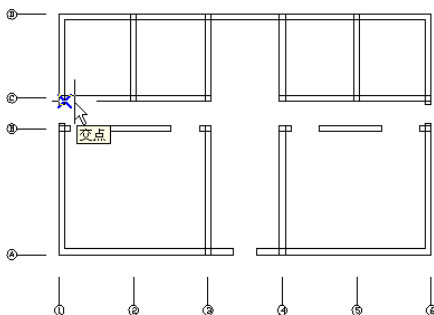


图 6-43　捕捉交点

（16）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 15×5 向右移动距离为 9.75，效果如图 6-45 所示。

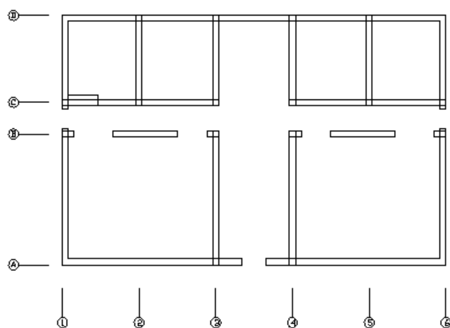


图 6-44　绘制矩形

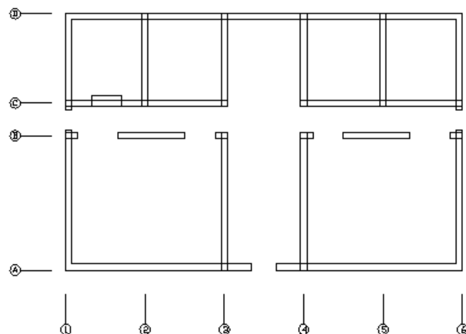


图 6-45　移动矩形

（17）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以通过如图 6-46 所示中点的垂直直线为对称轴，把矩形 15×5 对称复制一份，效果如图 6-47 所示。

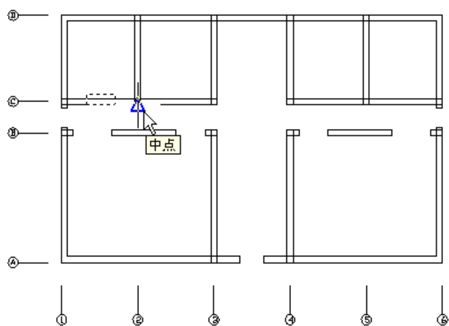


图 6-46　捕捉中点

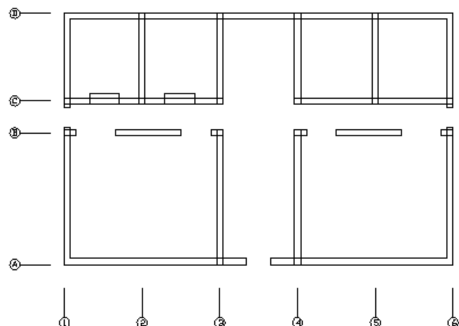


图 6-47　对称复制矩形

（18）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以墙线为被修剪边，两个矩形 15×5 为修剪边修剪出门洞，结果如图 6-48 所示。

（19）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，以图 6-49 所示交点为起点绘制尺寸为 10×5 的矩形，效果如图 6-50 所示。

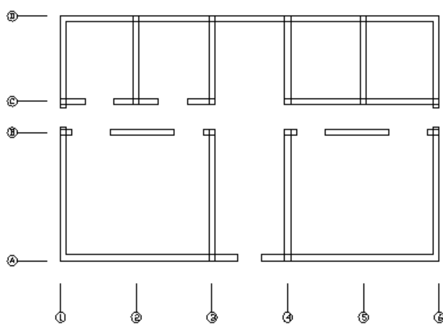


图 6-48　修剪出门洞

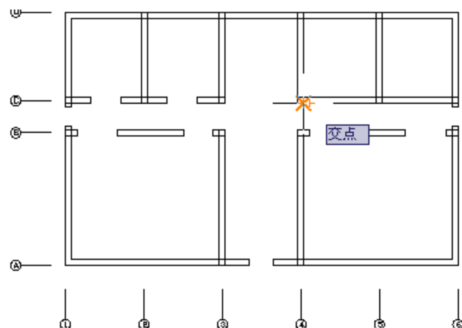


图 6-49　捕捉交点



（20）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 10×5 向右移动距离为 3，效果如图 6-51 所示。

（21）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把矩形 10×5 向右复制一份，复制距离为 15，效果如图 6-52 所示。

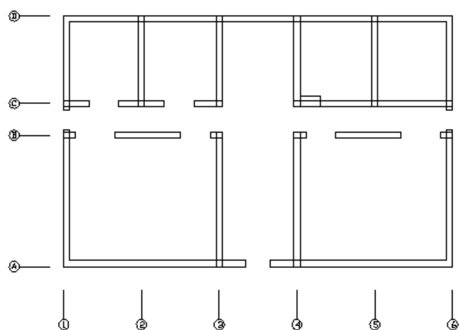


图 6-50　绘制矩形

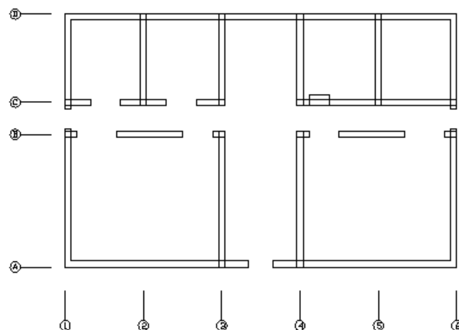


图 6-51　移动矩形

（22）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以通过如图 6-53 所示中点的垂直直线为对称轴，把两个矩形 10×5 对称复制一份，效果如图 6-54 所示。

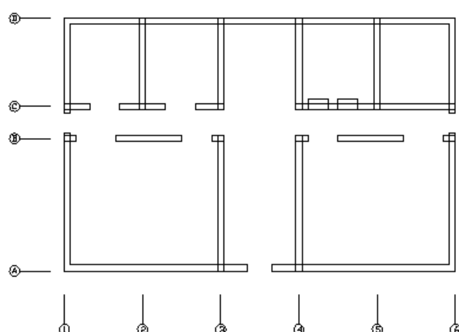


图 6-52　复制矩形

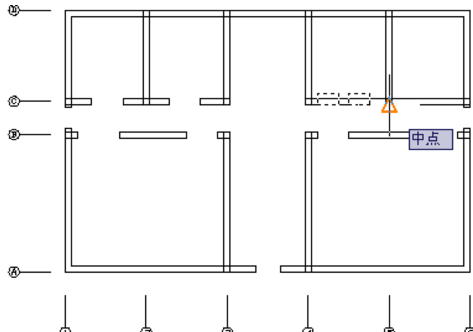


图 6-53　捕捉中点

（23）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以墙线为被修剪边，4 个矩形 10×5 为修剪边修剪出门洞，效果如图 6-55 所示。

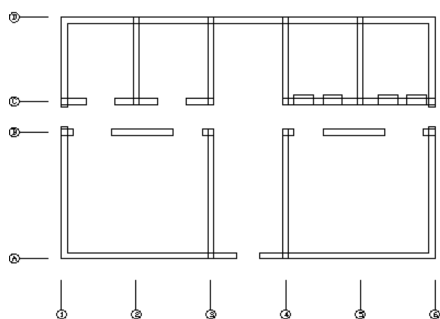


图 6-54　对称复制矩形

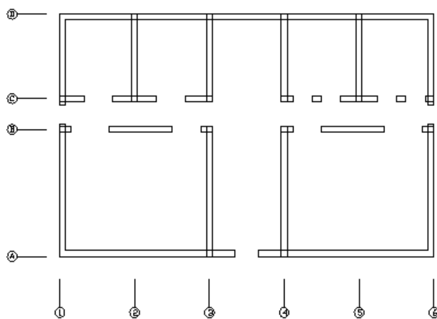


图 6-55　修剪出门洞



（24）绘制洗手间的遮壁。在“菜单浏览器”中选择“绘图”→“多线”菜单命令，以如图 6-56 所示中点为起点，绘制高为 20，终点在如图 6-57 所示垂足的折线，宽度为 1，效果如图 6-58 所示。

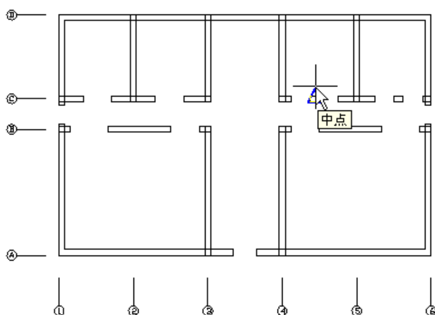


图 6-56　捕捉中点

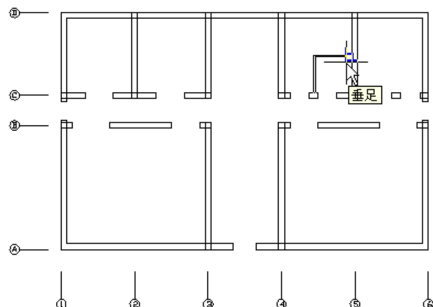


图 6-57　捕捉垂足

（25）单击“实用程序”面板中的“窗口”命令按钮，局部放大刚才绘制的图形部分，预备下一步操作，效果如图 6-59 所示。

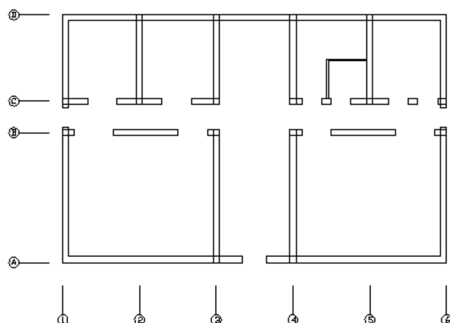


图 6-58　绘制折线

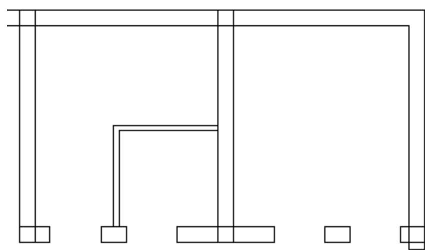


图 6-59　局部放大

（26）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以该局部图形的中轴为对称轴，把折线对称复制一份，效果如图 6-60 所示。

（27）单击“实用程序”面板中的“上一个”命令按钮，恢复视图，效果如图 6-61 所示。

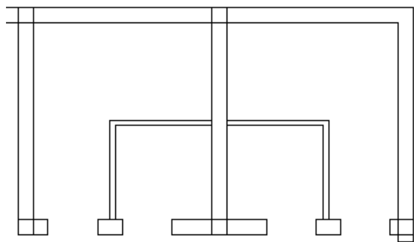


图 6-60　对称复制折线

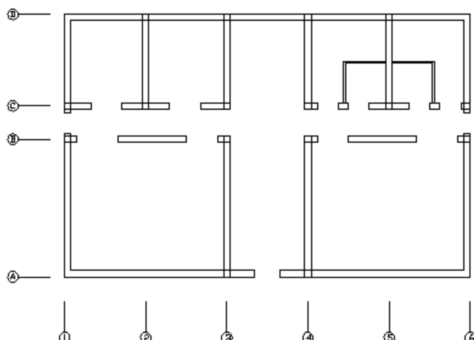


图 6-61　恢复视图



（28）单击“修改”面板中的“分解”命令按钮，把墙线分解成直线。

（29）单击“绘图”面板中的“面域”命令按钮，把墙线图形转变成面域。

（30）在“菜单浏览器”中选择“修改”→“实体编辑”→“并集”菜单命令，合并所有面域，效果如图 6-62 所示。

（31）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，修剪掉墙线内的线头，结果如图 6-63 所示。

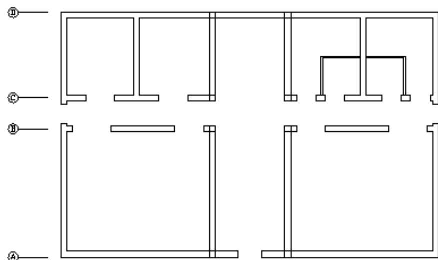


图 6-62　合并所有面域

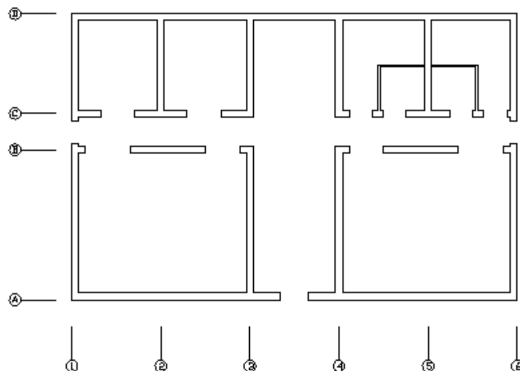


图 6-63　修剪线头

3．窗洞

绘制步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，在墙线左下间内绘制尺寸为 25×3 的矩形作为绘制窗洞的工具，效果如图 6-64 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制矩形 25×3 的左右边中点连线，效果如图 6-65 所示。

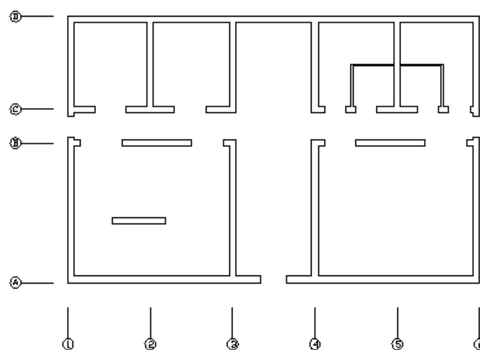


图 6-64　绘制矩形

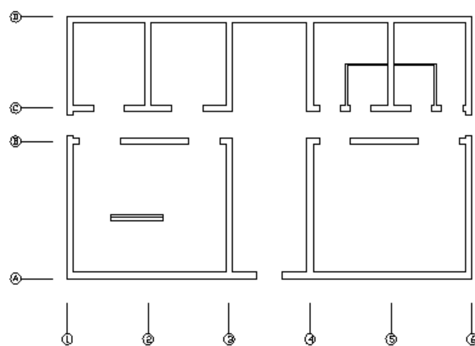


图 6-65　绘制连线

（3）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 6-66 所示矩形 25×3 底边中点为复制基准点，以图 6-67 所示的墙线上边内部中点为复制目标点，把窗洞复制 5 份，效果如图 6-68 所示。



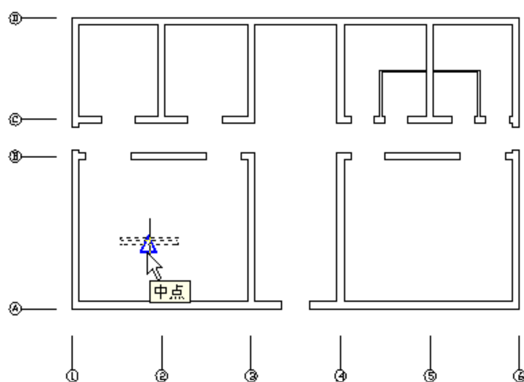


图 6-66　捕捉复制基准点

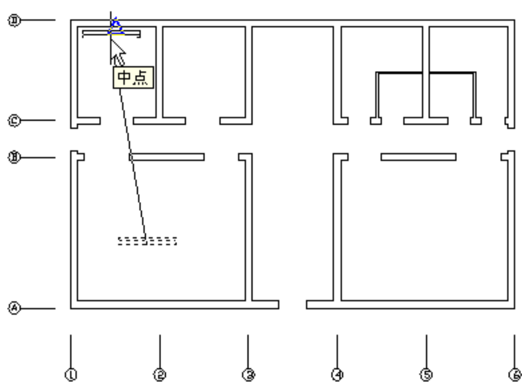


图 6-67　捕捉复制目标点

继续以如图 6-69 所示中点为一个复制目标点复制一个窗洞，效果如图 6-70 所示。

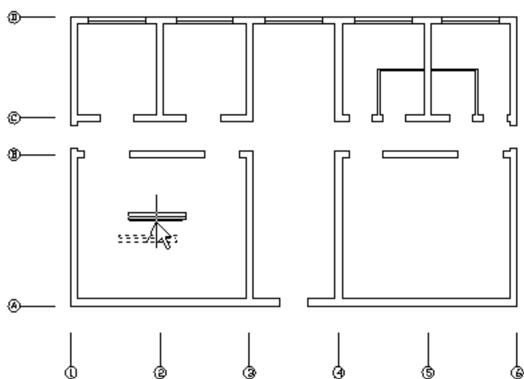


图 6-68　向上复制窗洞

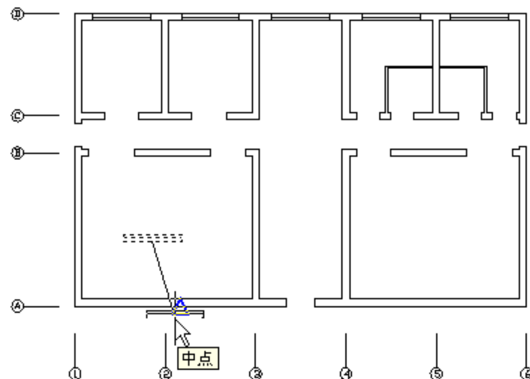


图 6-69　捕捉新的复制目标点

（4）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把下边的窗洞向右移动距离为 10，效果如图 6-71 所示。

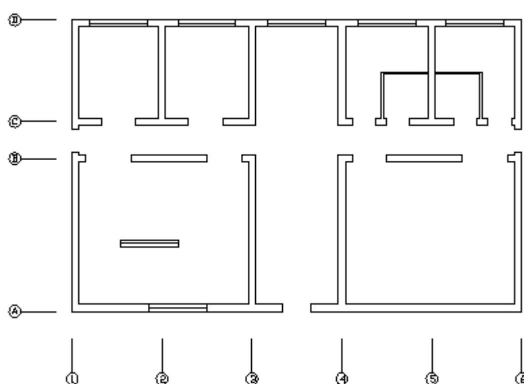


图 6-70　向下复制窗洞

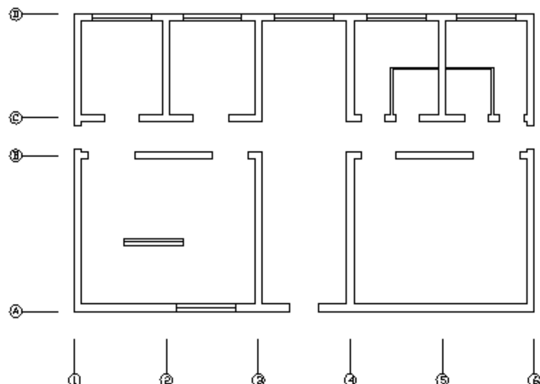


图 6-71　移动窗洞

（5）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以过图 6-72 所示中点的垂直直线为



对称轴，把下边的窗洞对称复制一份，效果如图 6-73 所示。

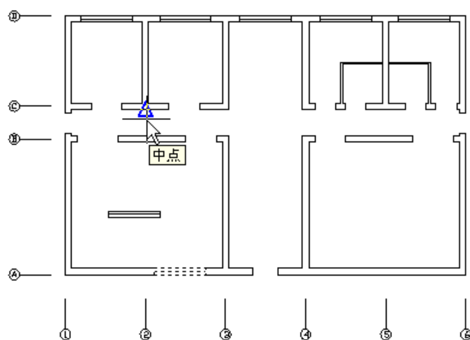


图 6-72　捕捉中点

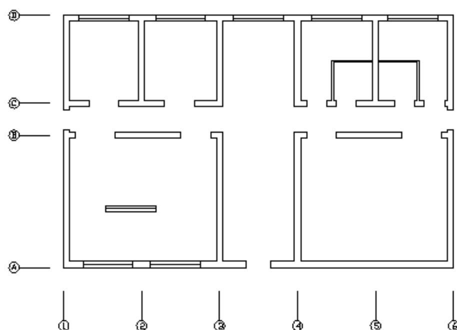


图 6-73　对称复制窗洞

（6）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以过墙线的垂直中轴为对称轴，把下边的窗洞对称复制一份，效果如图 6-74 所示。

（7）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 6-75 所示端点为复制基准点，以图 6-76 所示垂足为复制目标点，把上边中间的窗洞复制一份，效果如图 6-77 所示。

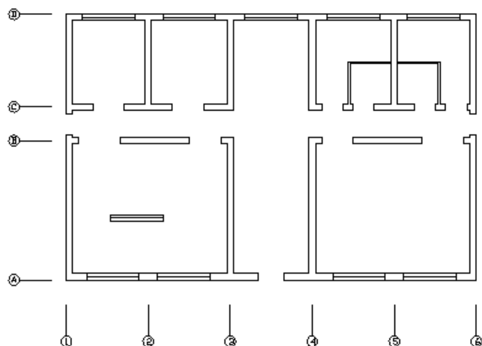


图 6-74　对称复制两个窗洞

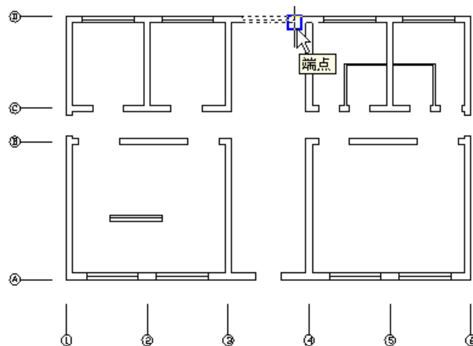


图 6-75　捕捉复制基准点

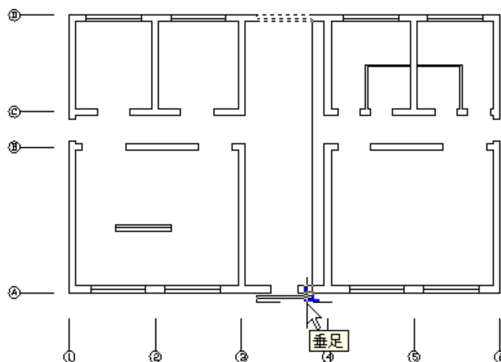


图 6-76　捕捉复制目标点

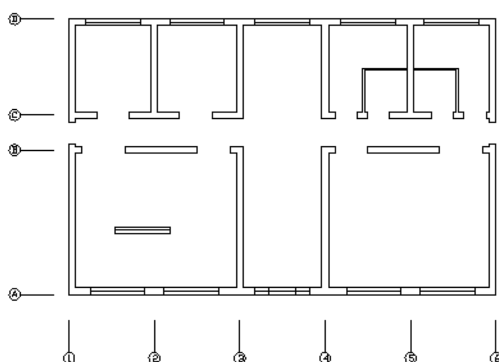


图 6-77　复制窗洞

（8）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以墙线为修剪边修剪复制的窗洞，结果如图 6-78 所示。



（9）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，把左下角的窗洞旋转 90°，结果如图 6-79 所示。

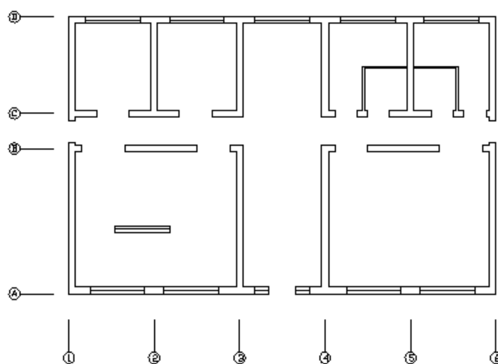


图 6-78　修剪窗洞

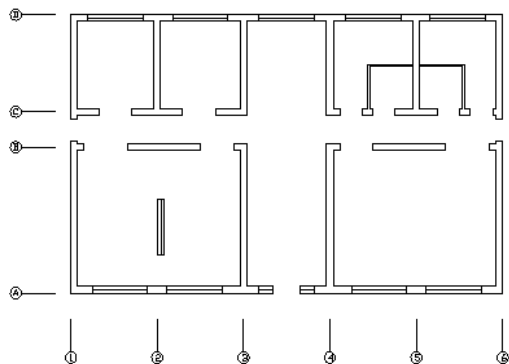


图 6-79　旋转窗洞

（10）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，以图 6-80 所示垂直窗洞的右边中点为移动基准点，以图 6-81 所示中点为移动目标点移动垂直窗洞，效果如图 6-82 所示。

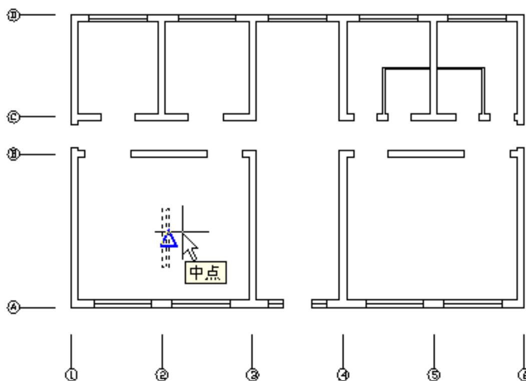


图 6-80　捕捉移动基准点

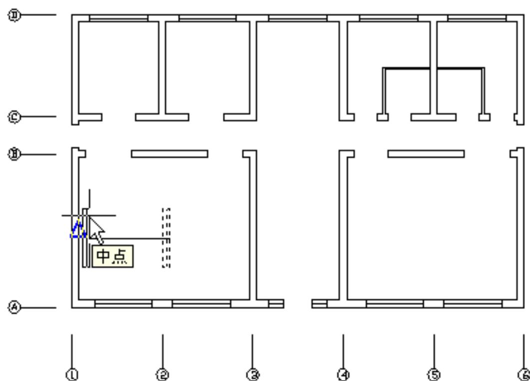


图 6-81　捕捉移动目标点

（11）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以垂直窗洞的右边中点为复制基准点，以图 6-83 所示中点为复制目标点，把垂直窗洞复制一份，效果如图 6-84 所示。

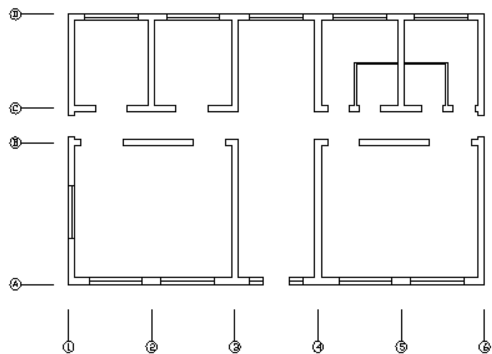


图 6-82　移动垂直窗洞

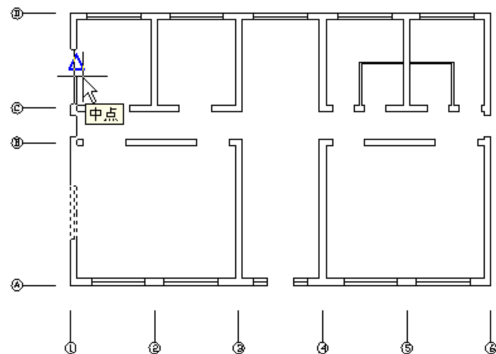


图 6-83　捕捉复制目标点



（12）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以过墙线的垂直中轴为对称轴把垂直窗洞对称复制一份，效果如图 6-85 所示。

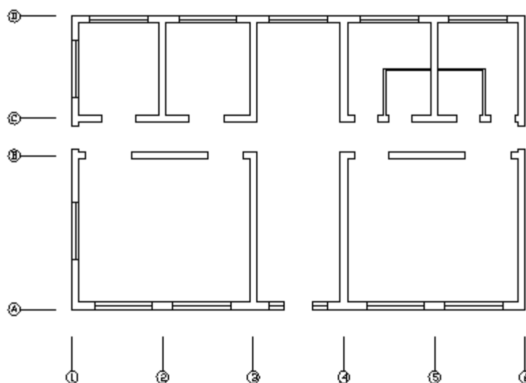


图 6-84　复制垂直窗洞

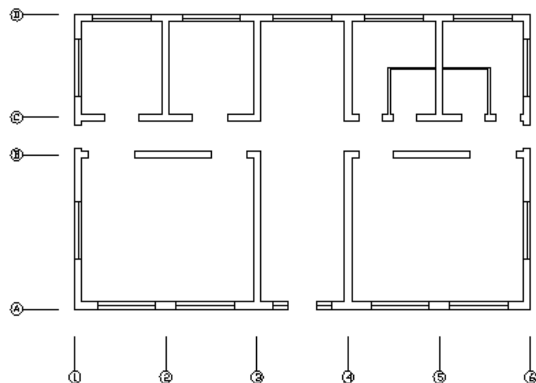


图 6-85　对称复制垂直窗洞

（13）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮 A，标注各个房间的文字代号，结果如图 6-86 所示。

（14）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮，标注轴线的间距尺寸，阶段效果如图 6-87 所示。

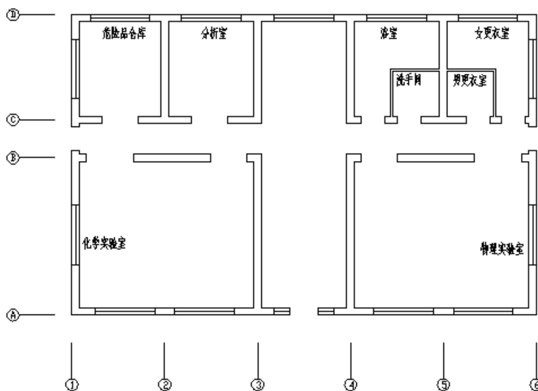


图 6-86　标注房间代号

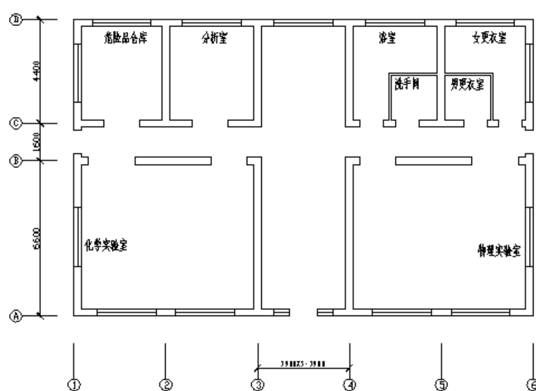


图 6-87　标注轴线

▷▷▷ 6.1.2　照明电气设计

本例中，电气系统包括灯具、开关、插座。每类元器件还有不同类别，分别安装在不同的场合。为了读者学习方便，绘制过程分两部分。

1．第一部分

绘制步骤如下。

（1）在“图层”面板中单击“图层特性”命令按钮，设置一个使用蓝色直线的“电气层”图层，并单击“置为当前”按钮，将它置为当前图层，效果如图 6-88 所示。



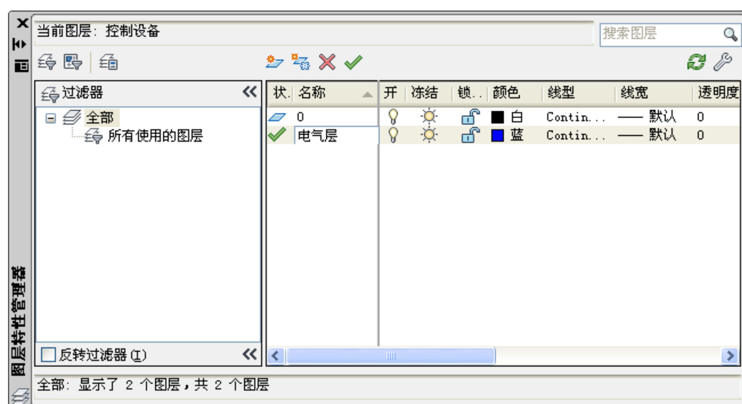


图 6-88　设置“电气层”图层

（2）绘制电工室的电气设施。单击“实用程序”面板中的“窗口”命令按钮，局部放大墙线中上部，预备下一步操作，效果如图 6-89 所示。

（3）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 4×30 的矩形，效果如图 6-90 所示。

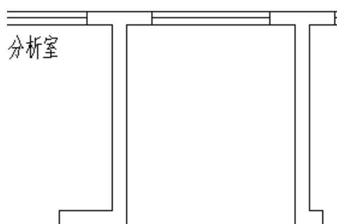


图 6-89　局部放大墙线中上部

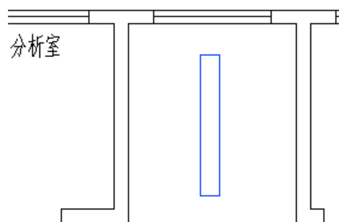


图 6-90　绘制矩形

（4）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 4×30 以其上边中点为移动基准点，以图 6-91 所示中点为移动目标点进行移动，效果如图 6-92 所示。

（5）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 4×30 正交地向下移动适当距离即可，效果如图 6-93 所示。

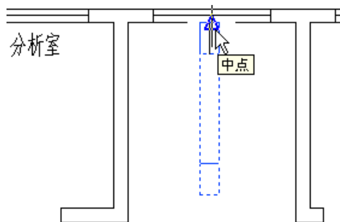


图 6-91　捕捉中点

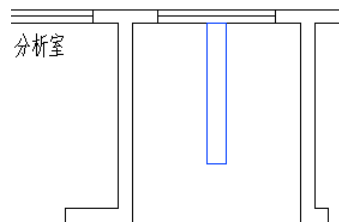


图 6-92　对正矩形

（6）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把矩形 4×30 向里边偏移复制一份，复制距离为 1，效果如图 6-94 所示。



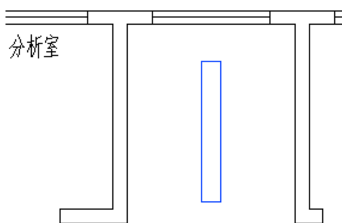


图 6-93　移动矩形

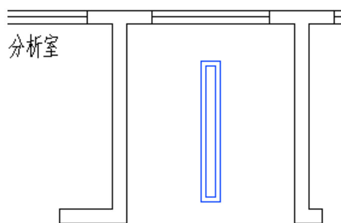


图 6-94　偏移矩形

（7）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在矩形 4×30 右边中点，终点在如图 6-95 所示垂足的连线，效果如图 6-96 所示。

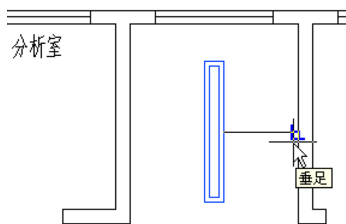


图 6-95　捕捉垂足

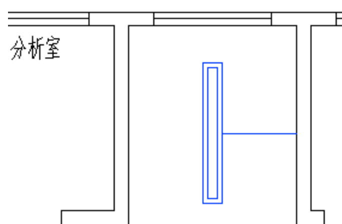


图 6-96　绘制连线

（8）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，屏幕出现如图 6-97 所示的“阵列”对话框，设置各项数值，把所绘制的直线阵列 8 行，行距为 2，效果如图 6-98 所示。

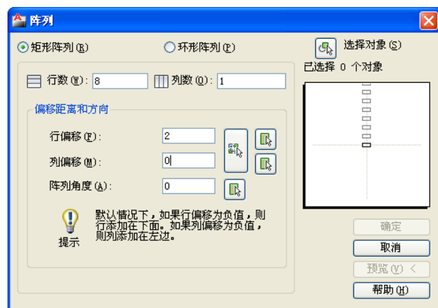


图 6-97　“阵列”对话框

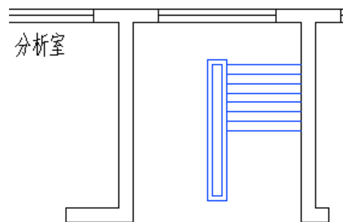


图 6-98　阵列连线

（9）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以矩形 4×30 水平中轴为对称轴，把阵列的连线对称复制一份，效果如图 6-99 所示。

（10）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以矩形 4×30 垂直中轴为对称轴，把右边的连线对称复制一份，效果如图 6-100 所示。

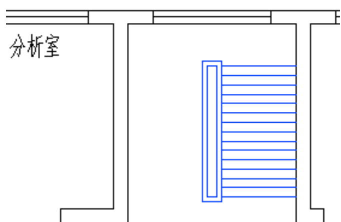


图 6-99　上下对称复制连线

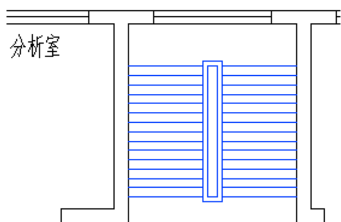


图 6-100　左右对称复制连线

1 2 3 4 5 第 6 章 7 8 9 附录

（11）绘制开关箱。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在本房间左上角点的尺寸为 2×(−6)的矩形，效果如图 6−101 所示。

（12）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把矩形 2×(−6)向左复制一份，复制距离为 2，效果如图 6−102 所示。

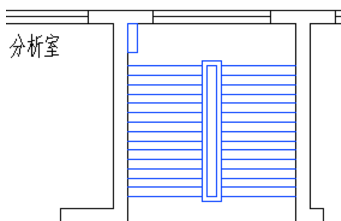


图 6−101　绘制矩形

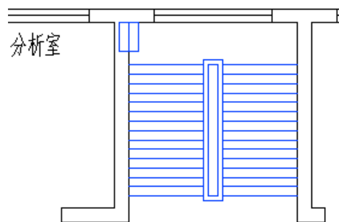


图 6−102　复制绘制矩形

（13）单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，屏幕出现“图案填充和渐变色”面板，按如图 6−103 所示设置参数，使用本层颜色给左边矩形 2×(−6)打上颜色，效果如图 6−104 所示。

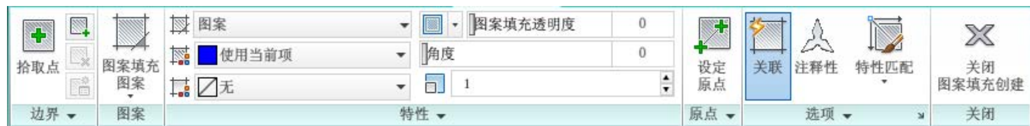


图 6−103　“图案填充和渐变色”对话框

（14）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把两个矩形 2×(−6)垂直向下移动距离为 1，效果如图 6−105 所示。

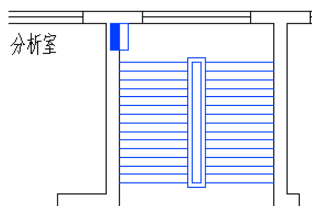


图 6−104　填充矩形

（15）绘制操作手柄。单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在配电箱右边绘制$\phi 1$ 圆，然后单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，使用本层颜色填充它，效果如图 6−106 所示。

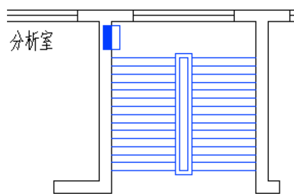


图 6−105　移动两个矩形

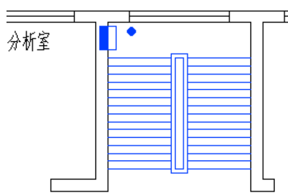


图 6−106　绘制并填充圆

（16）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制$\phi 1$ 圆到配电箱上的垂直连线，效果如图 6−107 所示。

（17）绘制低压变压器。单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在配电箱右边绘制两个$\phi 2$ 圆作为变压器符号，效果如图 6−108 所示。

（18）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在里边中部绘制$\phi 5$ 圆，然后单击“绘



图”面板中的“图案填充”命令按钮，使用本层颜色填充它，作为本房间照明灯，效果如图 6-109 所示。

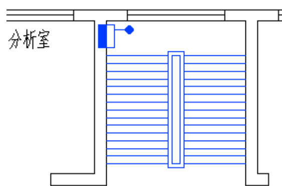


图 6-107　绘制垂直连线

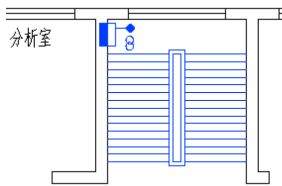


图 6-108　绘制变压器符号

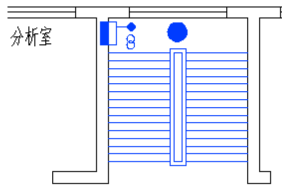


图 6-109　绘制并填充圆

（19）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在左边下部绘制$\phi 2$ 圆，然后单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，使用本层颜色填充它，作为开关，效果如图 6-110 所示。

（20）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，按命令行的提示绘制折线，形成一个单极暗装开关。

```
命令: _line
指定第一点: （选择绘制折线的起点，如图 6-111 所示）
指定下一点或 [放弃(U)]: @5<30
指定下一点或 [放弃(U)]: @2<-60
指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]:（按〈Enter〉键）
```

效果如图 6-111 所示。

（21）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在开关下部绘制$\phi 2$ 圆，然后单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，使用本层颜色填充它，效果如图 6-112 所示。

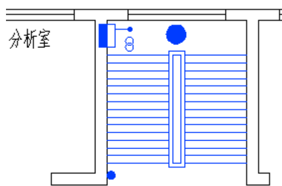


图 6-110　绘制并填充圆

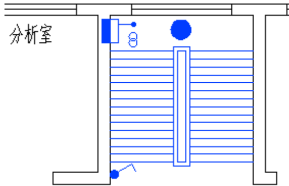


图 6-111　绘制折线

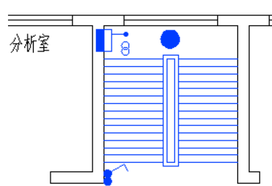


图 6-112　绘制并填充圆

（22）单击“绘图”面板中的“多段线”命令按钮，按命令行的提示绘制多段线，形成单极暗装拉线开关。

```
命令: _pline
指定起点: （捕捉刚才绘制的φ2 圆）
当前线宽为 0.0000
指定下一个点或 [圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @3<30
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: w
指定起点宽度 <0.0000>: 1
指定端点宽度 <1.0000>: 0
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @3<30
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:（按〈Enter〉键）
```

效果如图 6-113 所示。

（23）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把单极暗装开关向右边墙角复制一份，效果如图 6-114 所示。

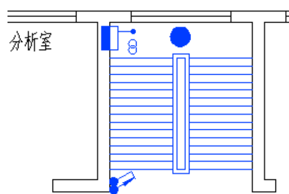


图 6-113　复制单极暗装拉线开关

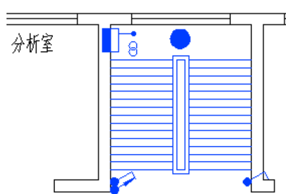


图 6-114　复制开关

（24）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把刚才复制的单极开关向下边垂直复制一份，效果如图 6-115 所示。

（25）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮绘制折线，效果如图 6-116 所示。

（26）单击“平移”命令按钮，显示配电室左边的分析室，预备下一步操作，效果如图 6-117 所示。

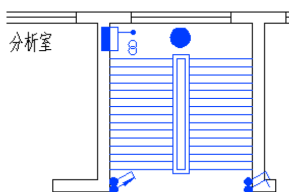


图 6-115　垂直复制开关

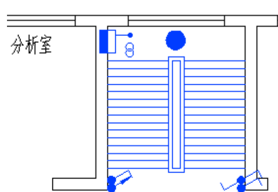


图 6-116　绘制折线

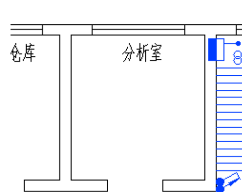
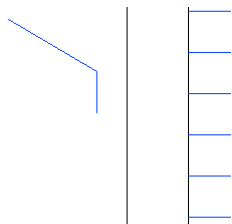


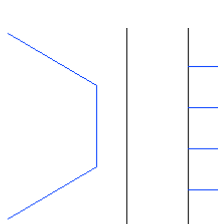
图 6-117　移动图形

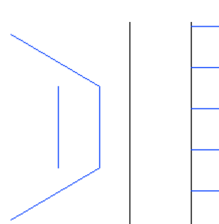
（27）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 6-118 所示折线，准备绘制插座。

（28）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以过折线下端点的水平直线为对称轴，把折线对称复制一份，效果如图 6-119 所示。

（29）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把折线中的垂直直线向左复制一份，效果如图 6-120 所示。


图 6-118　绘制折线


图 6-119　对称复制图形


图 6-120　复制垂直直线

（30）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以图 6-121 虚线所示斜线为延伸边界线，向两边延伸光标所示的垂直直线，效果如图 6-122 所示。

（31）单击“绘图”面板中的“圆弧”命令按钮，绘制起点在右边垂直直线上端点，



并且通过如图 6-123 所示端点，终点在右边垂直直线下端点的圆弧，效果如图 6-124 所示。

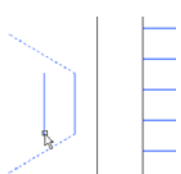


图 6-121　捕捉线头

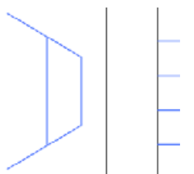


图 6-122　延伸直线

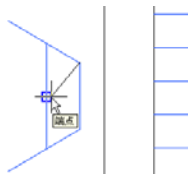


图 6-123　捕捉端点

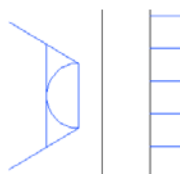


图 6-124　绘制圆弧

（32）单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，使用本层颜色给半圆之内填充颜色，效果如图 6-125 所示。

（33）缩小图形，预备下一步操作。效果如图 6-126 所示。

（34）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以该房间的垂直中轴为对称轴，把插座图形对称复制一份，效果如图 6-127 所示。

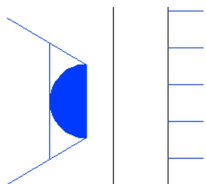


图 6-125　填充半圆

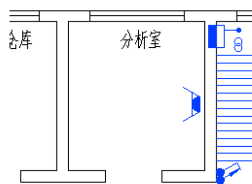


图 6-126　插座在房间中的位置

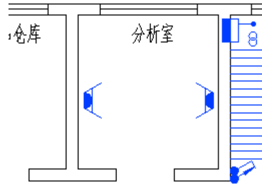


图 6-127　对称复制插座图形

（35）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把一个窗洞复制进本房间，当做日光灯符号，效果如图 6-128 所示。

（36）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把日光灯符号适当缩短，效果如图 6-129 所示。

（37）单击“修改”面板中的“分解”命令按钮，把日光灯符号分解成直线。准备下一步操作。

（38）在命令行窗口输入命令“lengthen”，把日光灯符号中的横线适当拉长，效果如图 6-130 所示。

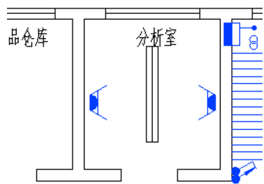


图 6-128　放置日光灯

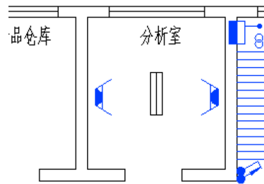


图 6-129　适当缩短日光灯符号

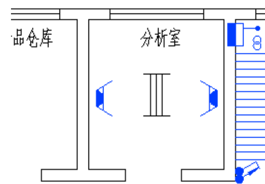


图 6-130　适当拉长横线

2．第二部分

绘制步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在房间外边走道里绘制$\phi 5$ 圆，效果如图 6-131 所示。

（2）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把$\phi 5$ 圆向里边偏移复制一份，复制距离为 1.5，效果如图 6-132 所示。

（3）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制$\phi 5$ 圆水平向右的半径，效果如图 6-133 所示。

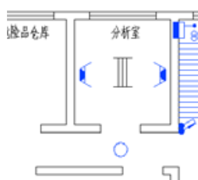


图 6-131　绘制圆

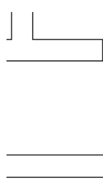


图 6-132　偏移复制圆

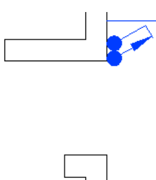


图 6-133　绘制半径

（4）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，以$\phi 5$ 圆的圆心为阵列中心，把半径环形阵列 4 个，效果如图 6-134 所示。

（5）单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，使用本层颜色填充$\phi 2$ 圆，效果如图 6-135 所示。

（6）缩小图形，预备下一步操作。效果如图 6-136 所示。

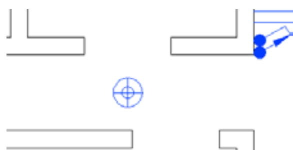


图 6-134　阵列半径

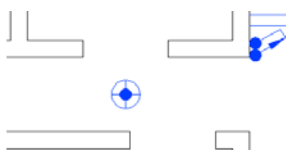


图 6-135　填充图形

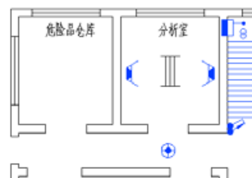


图 6-136　缩小图形

（7）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在危险品仓库中绘制$\phi 5$ 圆，作为灯具，效果如图 6-137 所示。

（8）在“菜单浏览器”中选择“视图”→“三维视图”→“俯视”菜单命令，显示全部图形，效果如图 6-138 所示。

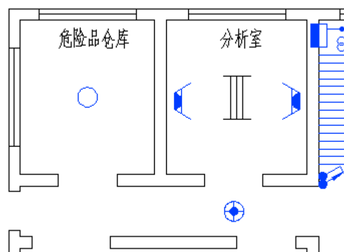


图 6-137　绘制圆

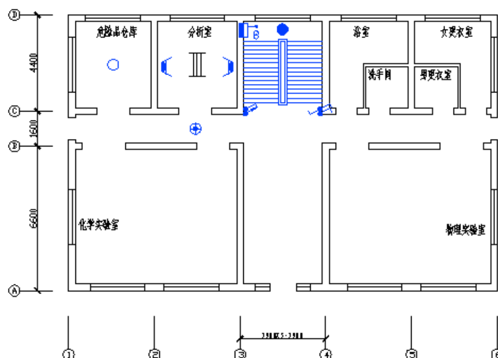


图 6-138　显示全部图形

（9）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把球形灯向如图 6-139 中所示位置复制。



（10）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把防水防尘灯向如图 6-140 中所示位置复制。

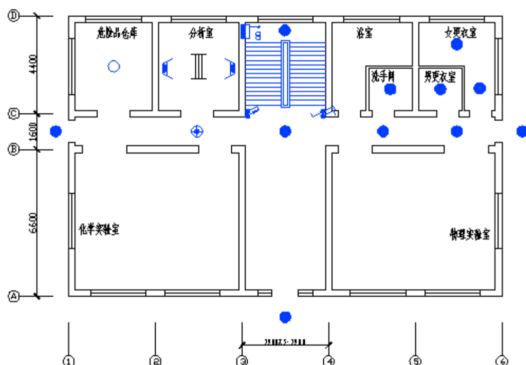


图 6-139　复制球形灯

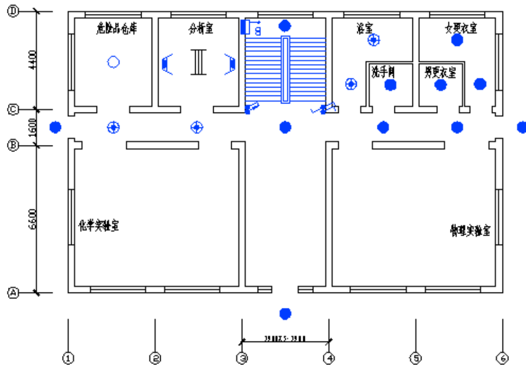


图 6-140　复制防水防尘灯

（11）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把普通吊灯向如图 6-141 中所示位置复制。

（12）从以前绘制的图形中复制一个花灯安装在门厅中，效果如图 6-142 所示。

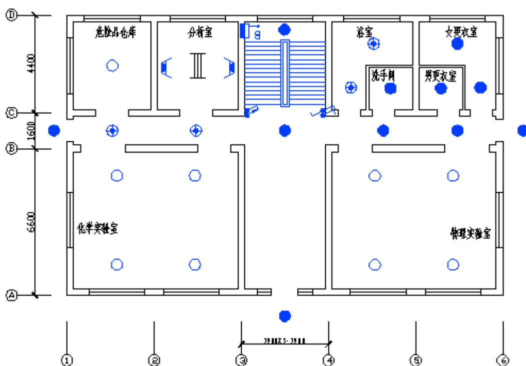


图 6-141　复制普通吊灯

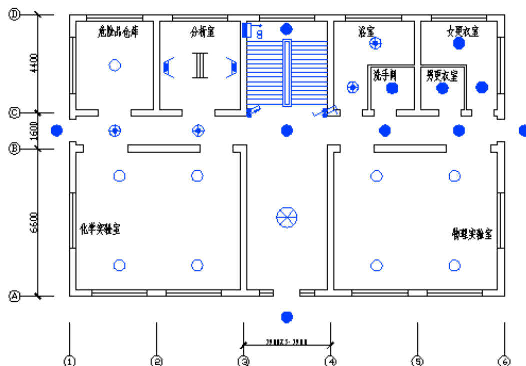


图 6-142　安装花灯

（13）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 6-143 所示端点为复制基准点，以图 6-144 所示中点为复制目标点，把防爆三相四孔插座复制一份，效果如图 6-145 所示。

（14）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，把图 6-145 中复制来的插座逆时针旋转 90°，效果如图 6-146 所示。

（15）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把插座向下适当移动，效果如图 6-147 所示。

（16）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以右下角房间的水平中轴为对称轴，把插座图形对称复制一份，效果如图 6-148 所示。



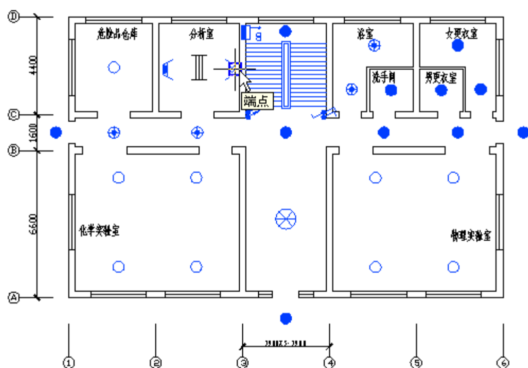


图 6-143 捕捉复制基准点

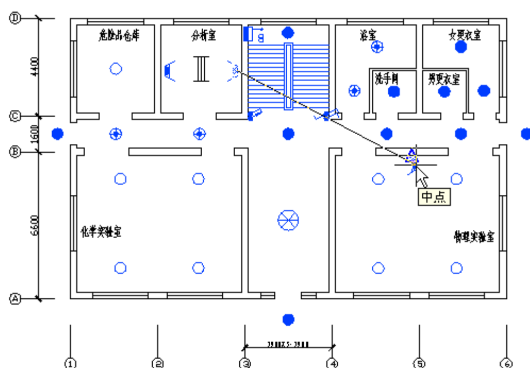


图 6-144 捕捉复制目标点

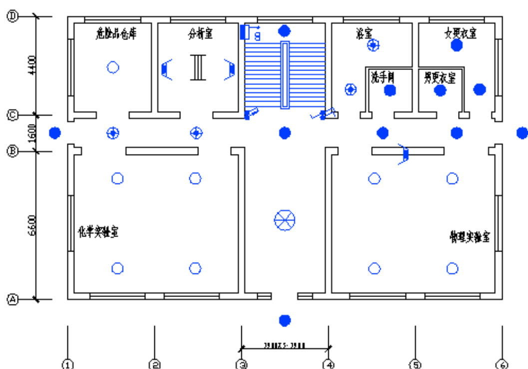


图 6-145 复制插座

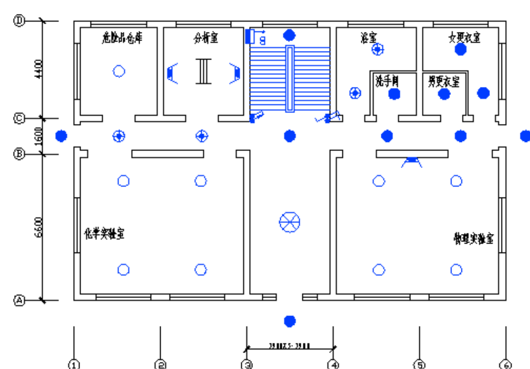


图 6-146 旋转插座

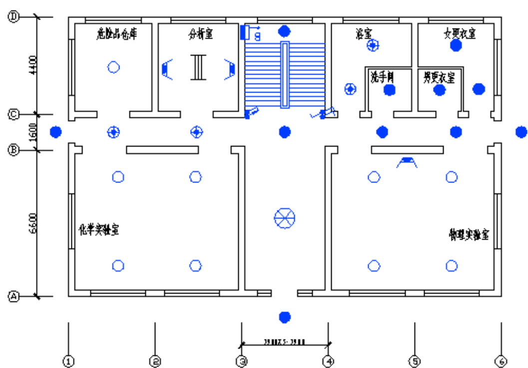


图 6-147 移动插座

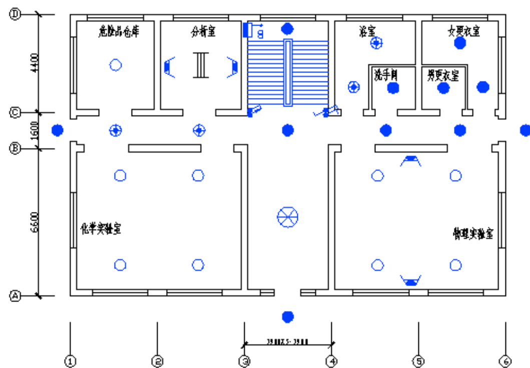


图 6-148 对称复制插座

（17）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把右下角房间中防爆三相四孔插座外形复制到左边房间中，效果如图 6-149 所示。

（18）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制密闭三相四孔插座底边中点之间的连线，效果如图 6-150 所示。



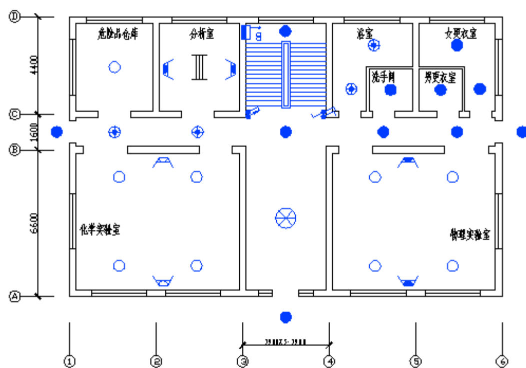


图 6-149　安装新插座

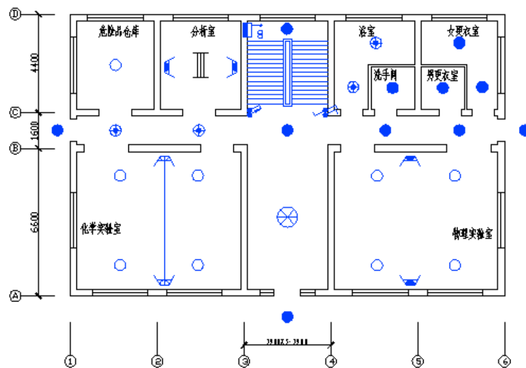


图 6-150　绘制插座之间的连线

（19）单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，使用本层颜色给两个插座 1/4 圆打上本图层颜色，形成暗装插座，效果如图 6-151 所示。

（20）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把单极暗装开关复制几份，安装在其他房间中，效果如图 6-152 所示。

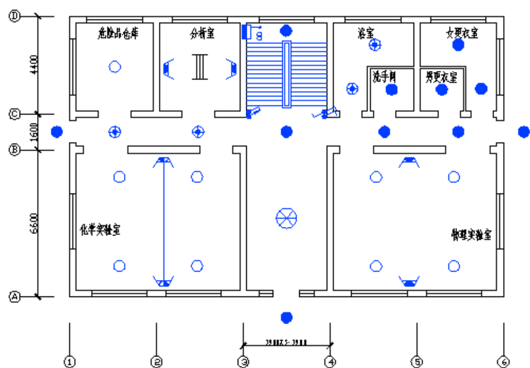


图 6-151　安装暗装插座

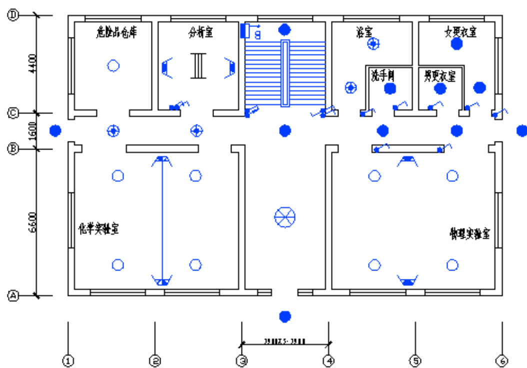


图 6-152　安装单极暗装开关

（21）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，继续复制单极暗装开关的轮廓，分别安装在门厅、危险品室、化学实验室中和右门边，效果如图 6-153 所示。

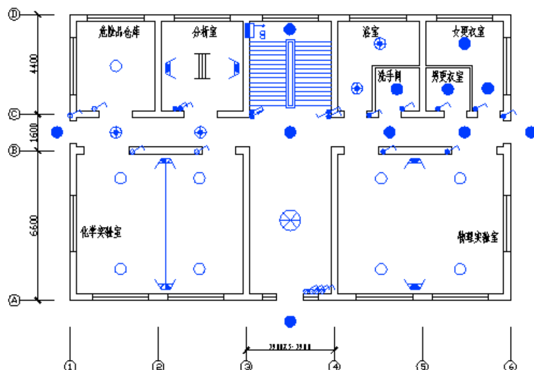


图 6-153　复制图形



（22）局部放大图形左边，预备下一步操作。效果如图 6-154 所示。

（23）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制开关中圆的垂直直径，效果如图 6-155 所示。

（24）单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，使用本层颜色填充右半圆，形成防爆单极开关，效果如图 6-156 所示。

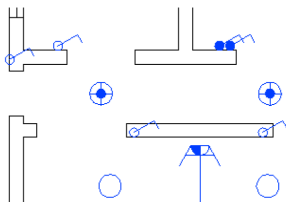


图 6-154　局部放大

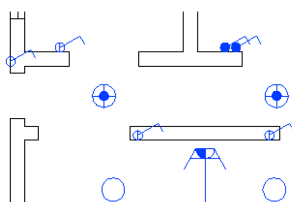


图 6-155　绘制垂直直径

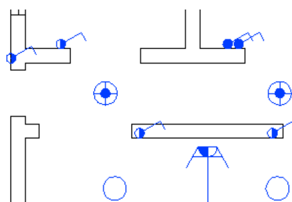


图 6-156　绘制防爆单极开关

（25）缩小查看全图，单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，旋转若干开关，使其朝墙外，效果如图 6-157 所示。

（26）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，连接各个灯具、开关，效果如图 6-158 所示。

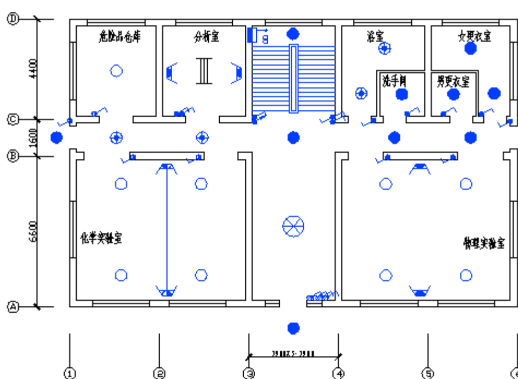


图 6-157　旋转开关

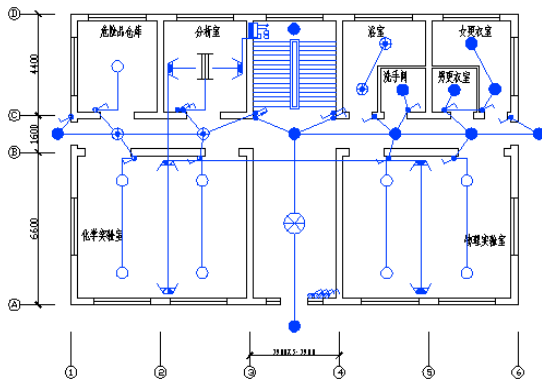


图 6-158　连接各个元器件

（27）检查图形，浴室外缺明装防水开关，门厅外缺壁灯两个，配电室缺开关一个，通过复制和绘制直线补齐它们，效果如图 6-159 所示。

（28）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，在如图 6-160 所示在导线上绘制平行的斜线，表示它们的相数。

（29）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注上下线文字和门厅文字，结果如图 6-161 所示。

（30）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注各个电气元器件的代号，结果如图 6-162 所示。

（31）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注导线编号，结果如图 6-163 所示。



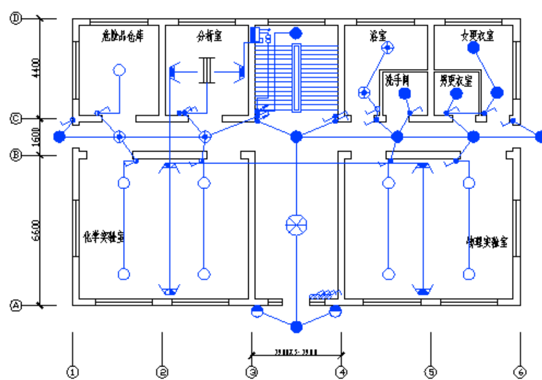


图 6-159　查补图形

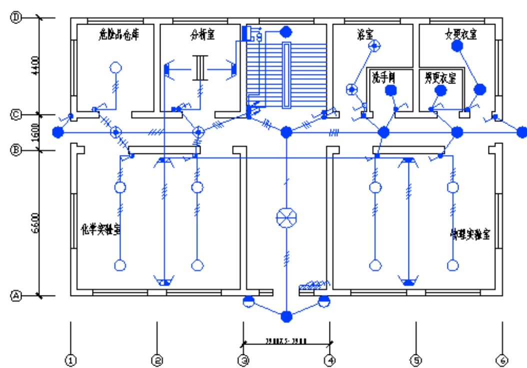


图 6-160　绘制短斜线

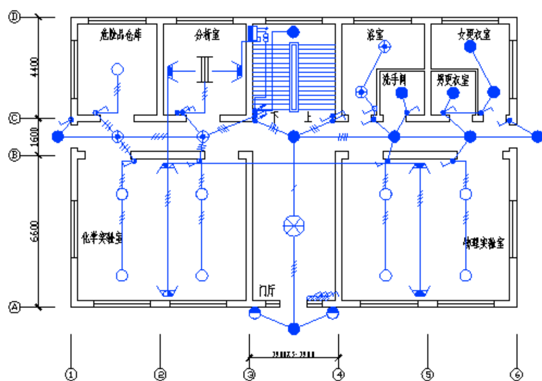


图 6-161　标注文字

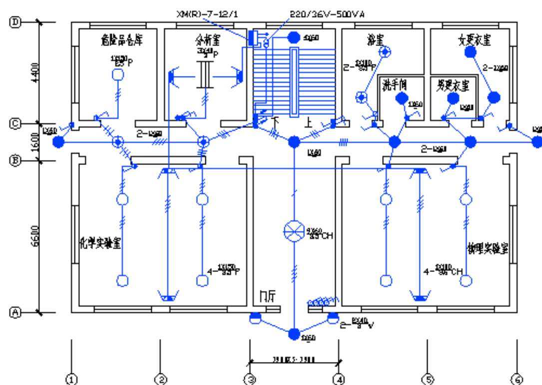


图 6-162　标注元器件的代号

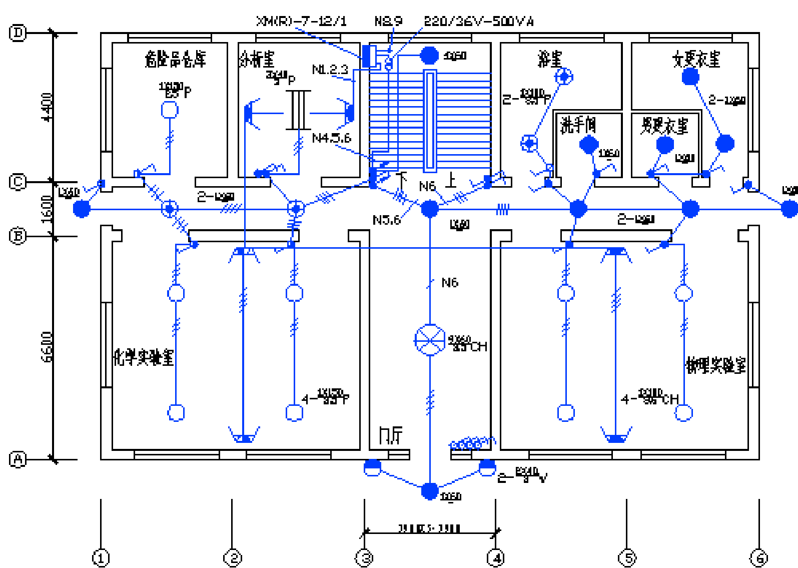


图 6-163　标注导线编号



6.2　某宾馆楼共用天线系统图



制作思路

相比强电系统，作为弱电系统的天线系统不需要很多不同类别的元器件。天线信号从一条主线引来后，即可分配到各条支线。如果线路过长，使信号衰减得太多，可以在适当的位置配置信号补偿设备。本例中，先绘制了天线的主线图，然后绘制支线图，最后标注文字。

6.2.1　主线

天线的主线可能是多个信号源，但是也要汇流，经放大后形成可用的信号，然后分配给各条线路使用。绘制步骤如下。

（1）绘制一条主天线。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，按命令行的提示绘制直线段。

```
命令: _line
指定第一点:（选择任意的一点）
指定下一点或 [放弃(U)]: @0,-10
指定下一点或 [放弃(U)]: @0,-30
指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]:（按〈Enter〉键）
```

效果如图 6-164 所示。

（2）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，屏幕出现如图 6-165 所示的“阵列”对话框，填好各项数值，以上段直线的下端点为阵列中心，把它环形阵列 9 个，效果如图 6-166 所示。

图 6-164　绘制直线



图 6-165　“阵列”对话框

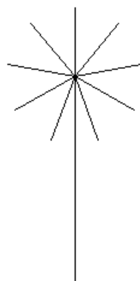


图 6-166　环形阵列直线

（3）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删去图 6-167 所示的虚线，效果如图 6-168 所示。

（4）绘制回流盒。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 40×10 的矩形，效果如图 6-169 所示。



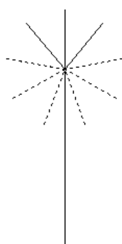


图 6-167　选择线条

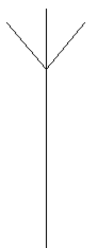


图 6-168　删除线条

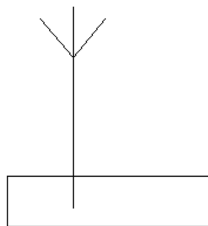


图 6-169　绘制矩形

（5）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，以矩形 40×10 的上底边中点为移动基准点，以图 6-170 所示端点为移动目标点移动矩形，效果如图 6-171 所示。

（6）绘制其他两条主天线。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把直线表示的天线头部向左复制一份，效果如图 6-172 所示。

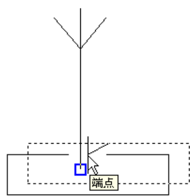


图 6-170　捕捉端点

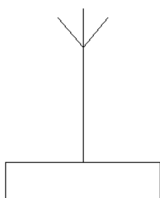


图 6-171　移动矩形

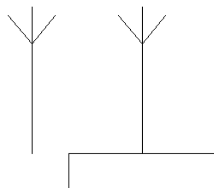


图 6-172　复制线头

（7）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 6-173 所示的最近点，垂直向上并向左，以图 6-174 所示垂足为终点的折线，效果如图 6-175 所示。

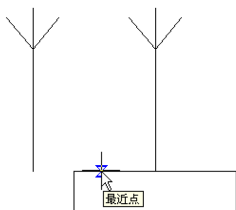


图 6-173　捕捉最近点

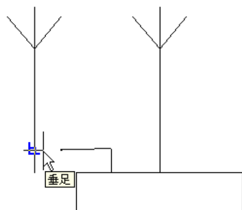


图 6-174　捕捉垂足

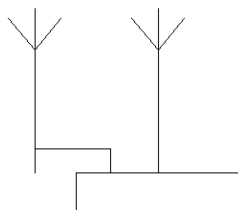


图 6-175　绘制折线

（8）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 6-176 光标所示直线和虚线之间倒圆角，圆角半径为 0，使其连接起来，效果如图 6-177 所示。

（9）绘制表示信号走向的三角形。单击“绘图”面板中的“正多边形”命令按钮，以图 6-178 所示中点为中心，绘制外接圆半径为 3 的等边三角形，效果如图 6-179 所示。

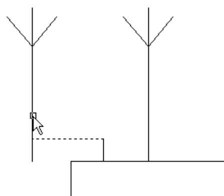


图 6-176　捕捉线头

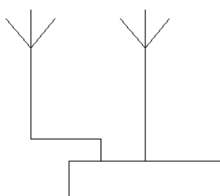


图 6-177　连接天线

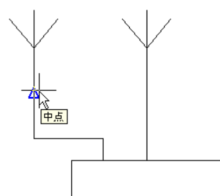
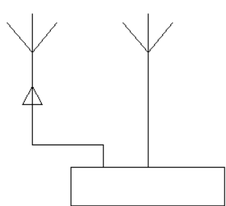
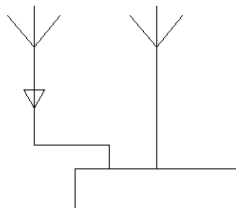


图 6-178　捕捉中点

（10）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以等边三角形底边为对称轴，把它对称复制一份，注意删除源对象，效果如图 6-180 所示。

（11）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以等边三角形的下顶点为复制基准点，以图 6-181 所示垂足为目标点复制等边三角形，效果如图 6-182 所示。


图 6-179　绘制等边三角形


图 6-180　对称复制等边三角形

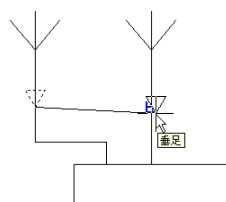
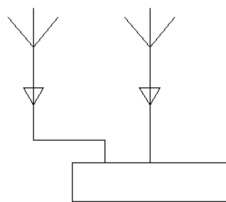
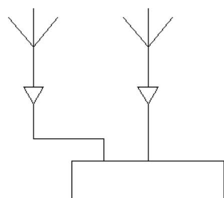


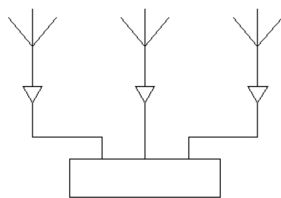
图 6-181　捕捉垂足

（12）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以两个等边三角形为修剪边，修剪掉它里边的线头，结果如图 6-183 所示。

（13）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以中间天线的中线为对称轴，把左边天线对称复制一份，效果如图 6-184 所示。


图 6-182　复制等边三角形


图 6-183　修剪线头


图 6-184　对称复制左边天线

（14）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 6-185 所示端点为复制基准点，以矩形下边中点为复制目标点，把虚线所示图形向下复制一份，效果如图 6-186 所示。

（15）绘制闭路电视信号的引入线。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 6-187 所示中点，水平向右的直线，效果如图 6-188 所示。

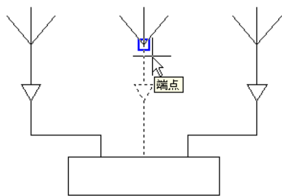
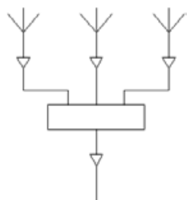


图 6-185　捕捉端点


图 6-186　复制图形

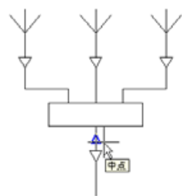


图 6-187　捕捉中点

（16）单击“绘图”面板中的“多段线”命令按钮，在如图 6-189 所示的最近点位置绘制箭头，效果如图 6-190 所示。



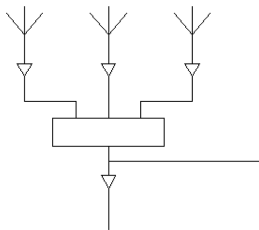


图 6-188　绘制直线

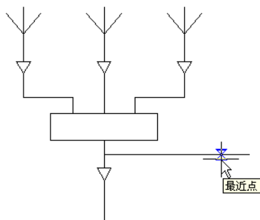


图 6-189　捕捉最近点

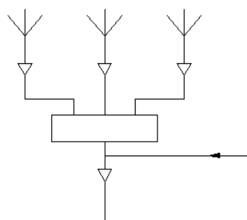


图 6-190　绘制箭头

6.2.2　支线

绘制步骤如下。

（1）绘制分配器符号。单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制圆心在如图 6-191 所示端点的ϕ15 圆，效果如图 6-192 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制ϕ15 圆的水平直径，效果如图 6-193 所示。

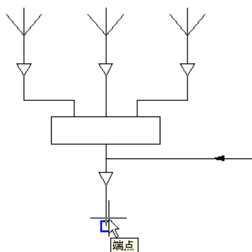


图 6-191　捕捉端点

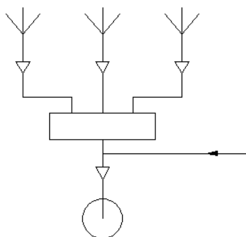


图 6-192　绘制圆

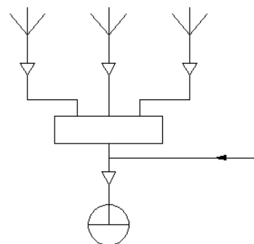


图 6-193　绘制直径

（3）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以ϕ15 圆的直径为修剪边，修剪掉它上边的圆弧，结果如图 6-194 所示。

（4）绘制二级支线。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 6-195 所示端点，方向水平向左，然后向下的折线，效果如图 6-196 所示。

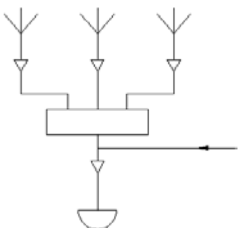


图 6-194　修剪圆弧

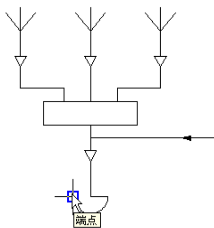


图 6-195　捕捉端点

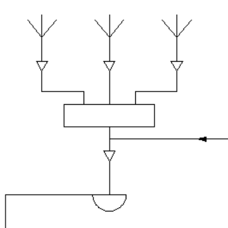


图 6-196　绘制折线

（5）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 6-197 所示端点为复制基准点，以图 6-198 所示端点为复制目标点，把半圆复制一份，效果如图 6-199 所示。



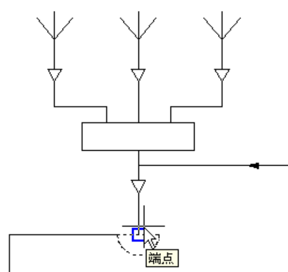


图 6-197　捕捉复制基准点

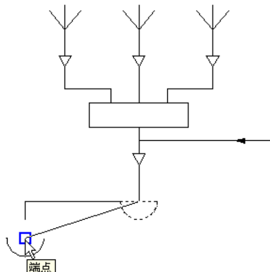


图 6-198　捕捉复制目标点

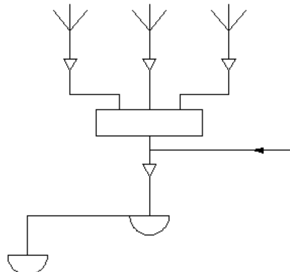


图 6-199　复制图形

（6）单击“修改”面板中的“缩放”命令按钮，以图 6-200 所示端点为中心，把半圆图形缩小一半，效果如图 6-201 所示。

（7）绘制三级支线。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，在左边支路下方绘制长度为 5 的直线，效果如图 6-202 所示。

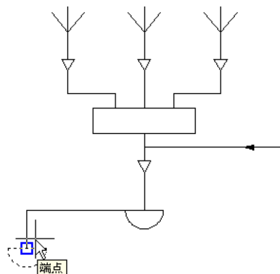


图 6-200　捕捉端点

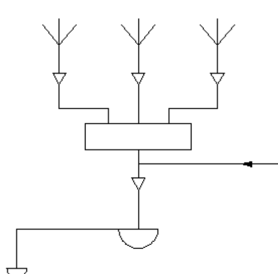


图 6-201　缩小图形

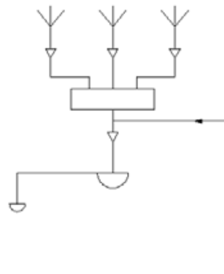


图 6-202　绘制水平直线

（8）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在水平直线中点，方向垂直向上的一段直线，效果如图 6-203 所示。

（9）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把虚线所示图形以其上端点为移动基准点，以图 6-204 所示象限点为移动目标点进行移动，效果如图 6-205 所示。

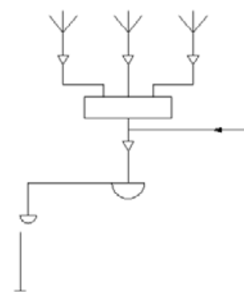


图 6-203　绘制垂直直线

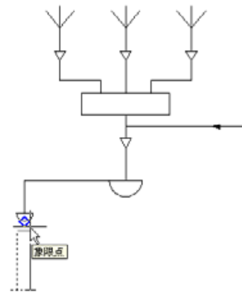


图 6-204　捕捉象限点

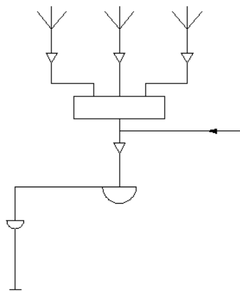


图 6-205　移动图形

（10）单击“实用程序”面板中的“窗口”命令按钮，局部放大支路，预备下一步操作，效果如图 6-206 所示。

（11）绘制闭路信号插座符号。单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制圆心在



如图 6-207 所示最近点的$\phi 4$ 圆，效果如图 6-208 所示。

（12）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制$\phi 2$ 圆，效果如图 6-209 所示。



图 6-206　局部放大



图 6-207　捕捉最近点

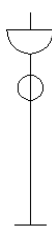


图 6-208　绘制圆

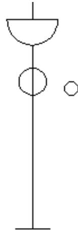


图 6-209　绘制圆

（13）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把$\phi 2$ 圆以其左边象限点为移动基准点， 以$\phi 4$ 圆右边象限点为移动目标点进行移动，效果如图 6-210 所示。

（14）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以支路中线为对称轴，把$\phi 2$ 圆对称复制一份，效果如图 6-211 所示。

（15）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把$\phi 4$ 圆和两个$\phi 2$ 圆向下连续复制 4 份，效果如图 6-212 所示。



图 6-210　移动圆



图 6-211　对称复制圆



图 6-212　复制图形

（16）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 4×8 的矩形作为阻抗平衡器符号，效果如图 6-213 所示。

（17）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 4×8 以其上底边中点为移动基准点，以图 6-214 所示最近点为移动目标点进行移动，效果如图 6-215 所示。

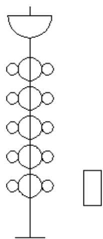


图 6-213　绘制矩形

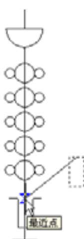


图 6-214　捕捉最近点

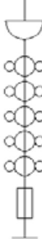
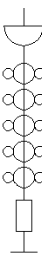


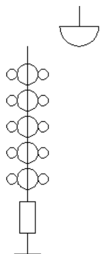
图 6-215　移动矩形

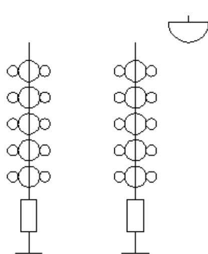
（18）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以矩形 4×8 为修剪边，修剪掉它里边的线头，结果如图 6-216 所示。

（19）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把支路向左适当移动，效果如图 6-217 所示。

（20）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把支路向左复制一份，效果如图 6-218 所示。


图 6-216 修剪线头


图 6-217 移动支路


图 6-218 复制支路

（21）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在右边支路上端点，终点在如图 6-219 所示最近点的连线，效果如图 6-220 所示。

（22）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 6-221 所示最近点，端点在如图 6-222 所示垂足的直线，效果如图 6-223 所示。

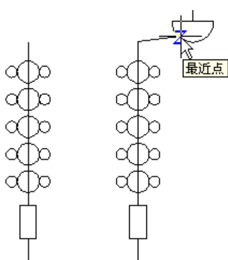
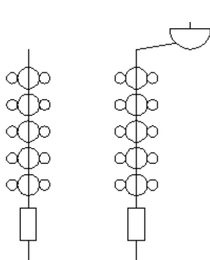


图 6-219 捕捉终点


图 6-220 绘制连线

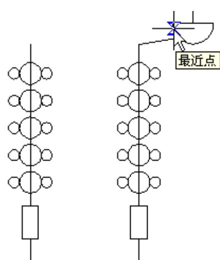


图 6-221 捕捉最近点

（23）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 6-224 光标所示直线和虚线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，使其连接起来，效果如图 6-225 所示。

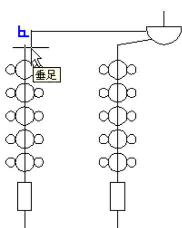
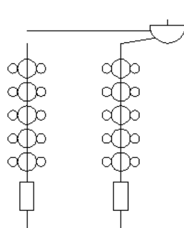
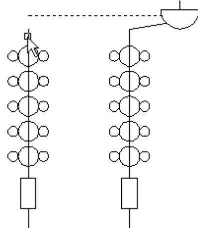
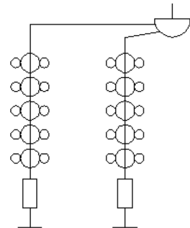


图 6-222 捕捉垂足


图 6-223 绘制直线


图 6-224 捕捉线头


图 6-225 连接线路

（24）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以过图 6-226 所示端点的垂直直线为对称轴，把两条支路对称复制一份，效果如图 6-227 所示。

（25）在“菜单浏览器”中选择“视图”→“三维视图”→“俯视”菜单命令，显示全部图形，预备下一步操作，效果如图 6-228 所示。

（26）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把如图 6-229 所示图形向左适当移动，效果如图 6-230 所示。



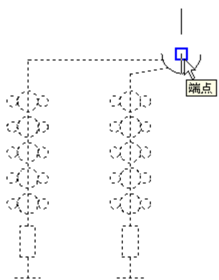


图 6-226　捕捉端点

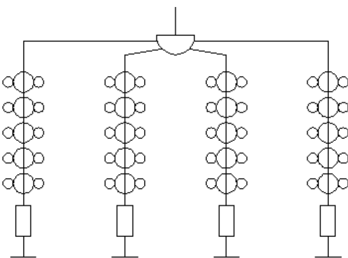


图 6-227　对称复制两条支路

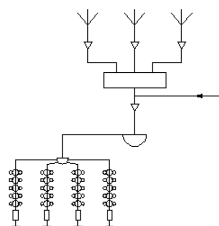


图 6-228　显示全部图形

（27）绘制其他三级支线。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把天线支路组向右复制一份，效果如图 6-231 所示。

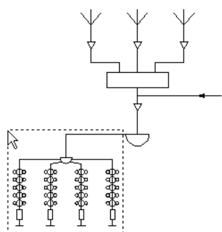


图 6-229　向左适当拉长图形

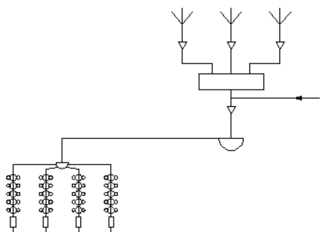


图 6-230　拉长图形

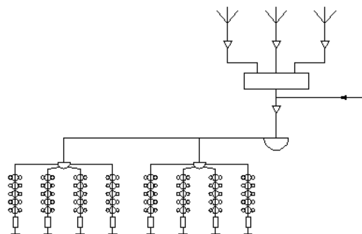


图 6-231　复制图形

（28）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把水平的支路总线条向下复制一份，效果如图 6-232 所示。

（29）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以图 6-233 虚线所示圆弧为延伸边界线，延伸刚才复制的直线，效果如图 6-234 所示。

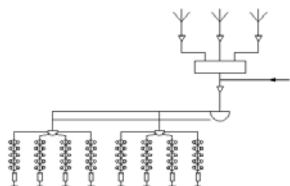


图 6-232　复制直线

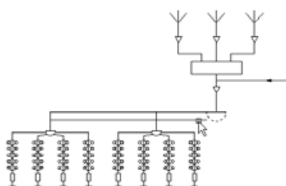


图 6-233　捕捉延伸直线

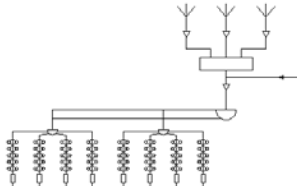


图 6-234　延伸直线

（30）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 6-235 光标所示直线和虚线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，使其连接起来，效果如图 6-236 所示。

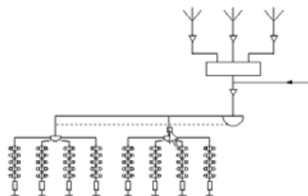


图 6-235　捕捉线头

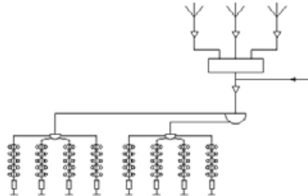


图 6-236　连接线路

（31）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以过图 6-237 所示端点的垂直直线为对称轴，把两条支路对称复制一份，效果如图 6-238 所示。

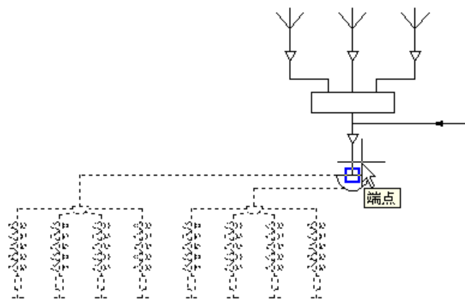
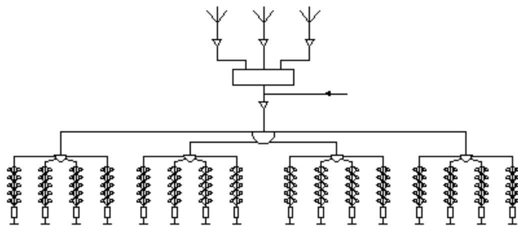
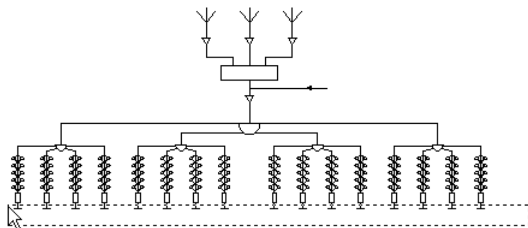


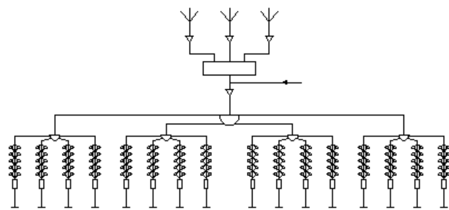
图 6-237　捕捉端点

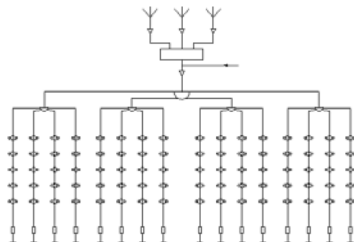

图 6-238　对称复制线路

（32）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把如图 6-239 所示选择的图形向下适当拉长，效果如图 6-240 所示。


图 6-239　捕捉图形

（33）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把图形中的其他元素向下适当拉长，调整图形，效果如图 6-241 所示。


图 6-240　适当拉长线路


图 6-241　调整图形

6.2.3　标注文字

线路绘制完毕后应该进行必要的标注。但是天线系统有自己的特殊性，需要采用不同的标注方法。绘制步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制圆心在如图 6-242 所示端点的ϕ10 圆，效果如图 6-243 所示。



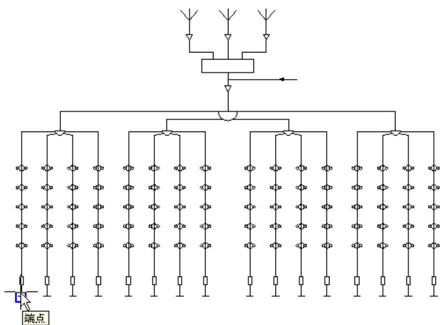


图 6-242　捕捉端点

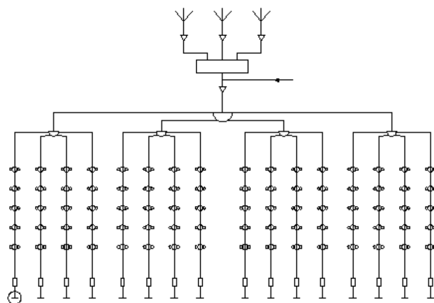


图 6-243　绘制圆

（2）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把ϕ10 圆向下适当移动，效果如图 6-244 所示。

（3）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，在ϕ10 圆中标注文字“1”，表示第一条天线支路，结果如图 6-245 所示。

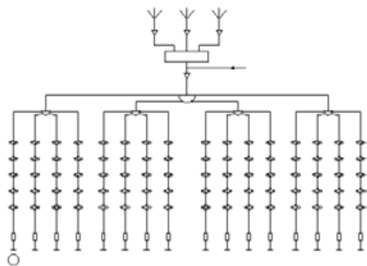


图 6-244　移动圆

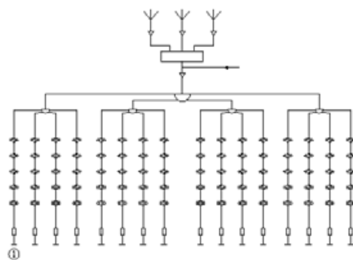


图 6-245　标注支路代号“1”

（4）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把支路代号“1”向右复制到其他支路下方，效果如图 6-246 所示。

（5）双击中间的文字，在屏幕出现的“多行文字编辑器”中把支路代号“1”改成其他支路代号，效果如图 6-247 所示。

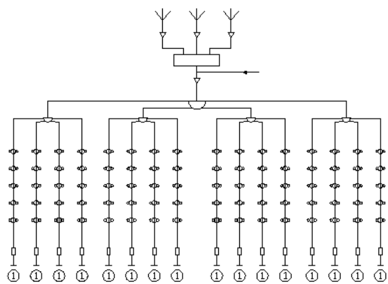


图 6-246　复制支路代号

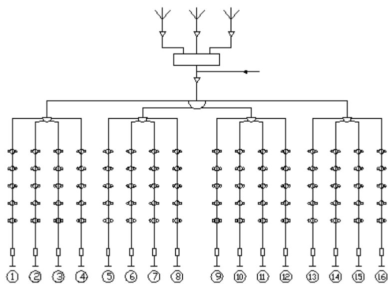


图 6-247　修改支路代号

（6）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把“2、3、4、5、6、9、10、11、12、13、14、15、16”支路中的一排端子向下复制一份，效果如图 6-248 所示。

（7）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把“10、11、12、13、14、15、16”

支路中的一排端子向上复制一份，效果如图 6-249 所示。

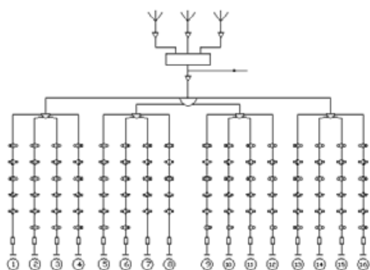


图 6-248　向下复制一排端子

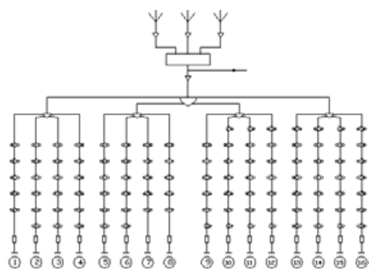


图 6-249　向上复制一排端子

（8）在“图层”面板中单击“图层特性”命令按钮，设置使用绿色虚线的“线框”图层，使用棕色直线的“文字”图层，并单击“置为当前”按钮，将“线框”图层置为当前图层，如图 6-250 所示。

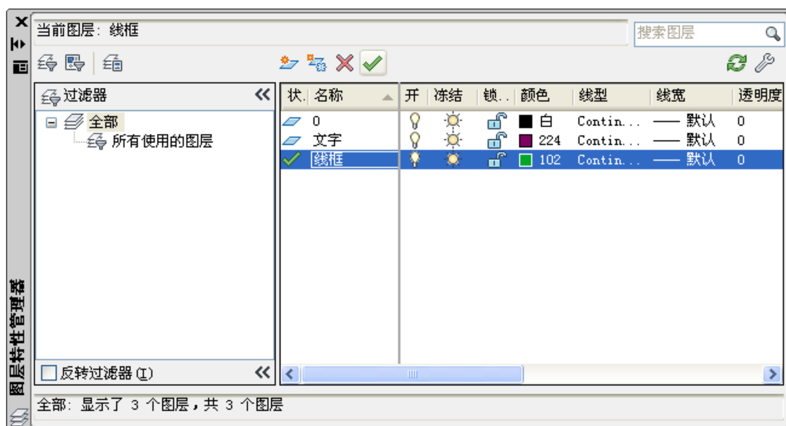


图 6-250　设置图层

（9）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制包含第一组支路汇流节点的矩形，效果如图 6-251 所示。

（10）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 6-252 所示圆心为复制基准点，以其他支路类似圆心为复制目标点，把矩形向右复制 3 份，效果如图 6-253 所示。

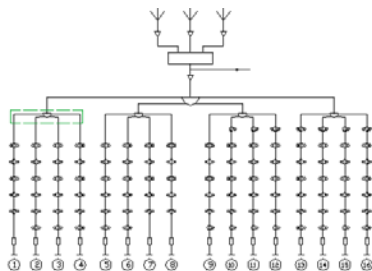


图 6-251　绘制矩形

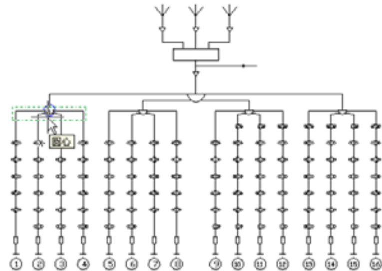


图 6-252　捕捉圆心



（11）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 6-254 所示最近点，包含总节点的矩形，效果如图 6-255 所示。

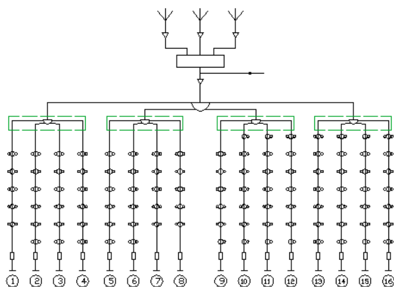


图 6-253　复制矩形

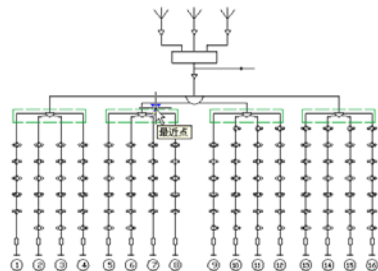


图 6-254　捕捉最近点

（12）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除中间一排，效果如图 6-256 所示。

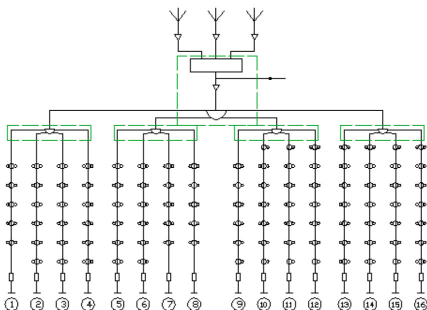


图 6-255　绘制矩形

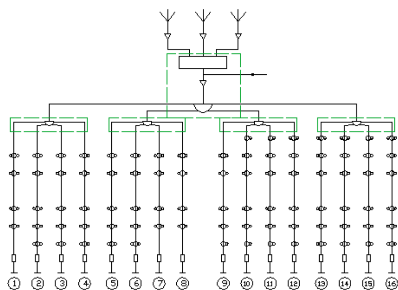


图 6-256　删除端子

（13）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，适当调整图形之间的位置，效果如图 6-257 所示。

（14）在“图层”面板中的“图层控制”下拉列表框中选择“0”图层，如图 6-258 所示，将其置为当前图层。

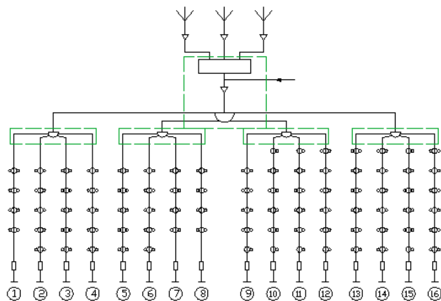


图 6-257　调整图形

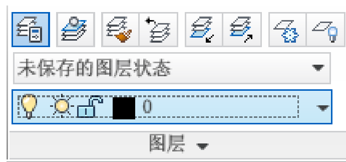


图 6-258　选择“0”图层

（15）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 6-259 光标所示位置，水平向右的直线，长度适当即可，效果如图 6-260 所示。

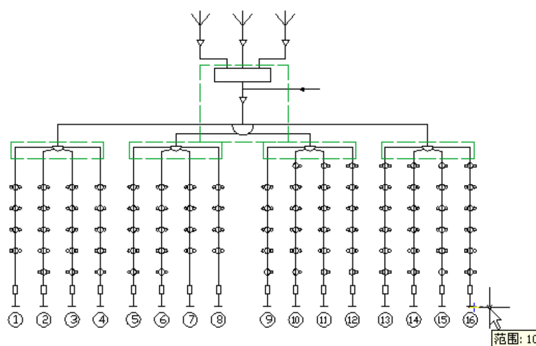


图 6-259　指示位置

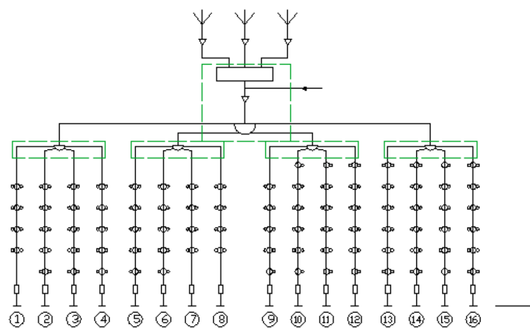


图 6-260　绘制直线

（16）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把刚才绘制的直线向上复制 6 份，位置如图 6-261 所示。

（17）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 6-262 所示的直线。

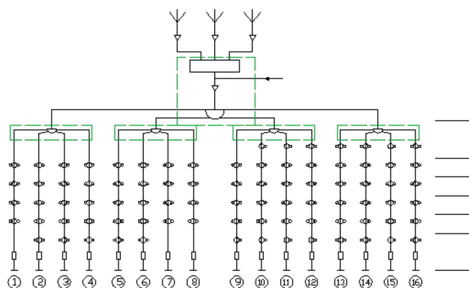


图 6-261　复制直线

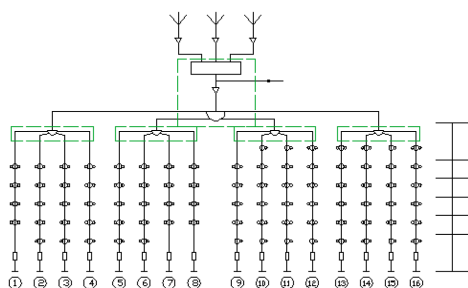


图 6-262　绘制直线

（18）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 6-263 所示的短斜线。

（19）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把刚才绘制的短斜线向上复制 6 份，位置如图 6-264 所示。

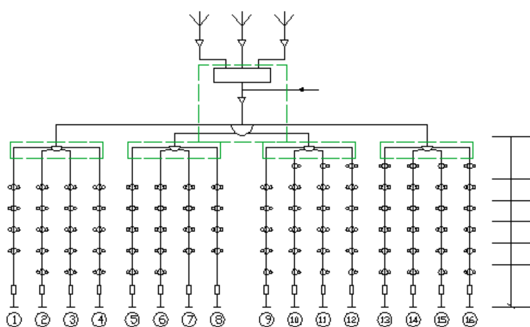


图 6-263　绘制短斜线

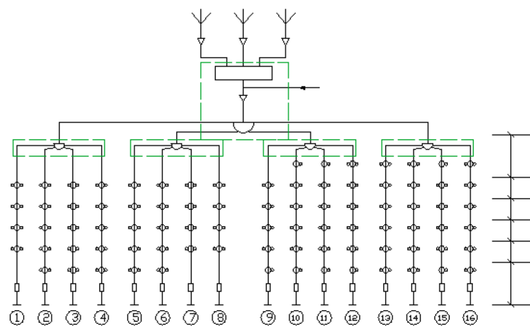


图 6-264　复制短斜线

（20）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，根据命令行的操作，在屏幕出现的“多行文字编辑器”面板中书写所属楼层号，效果如图 6-265 所示。

（21）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把刚才标注的文字向上复制 5 份，



位置如图 6-266 所示。

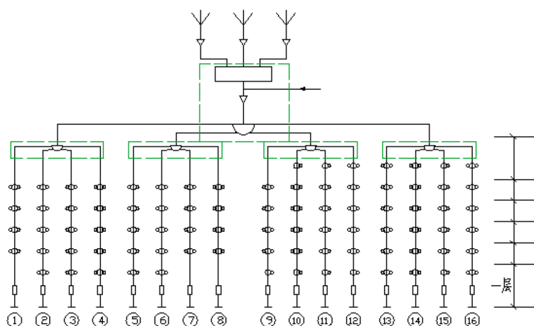


图 6-265　标注文字

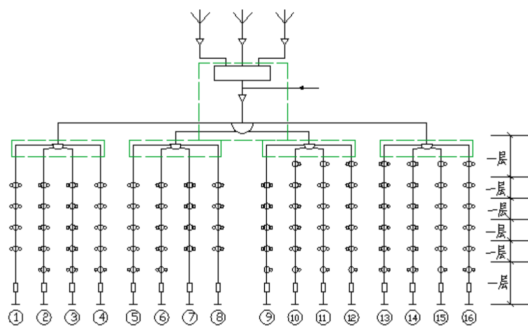


图 6-266　复制文字

（22）双击复制的文字，打开“多行文字编辑器”面板把刚才复制的文字修改成如图 6-267 所示的文字。

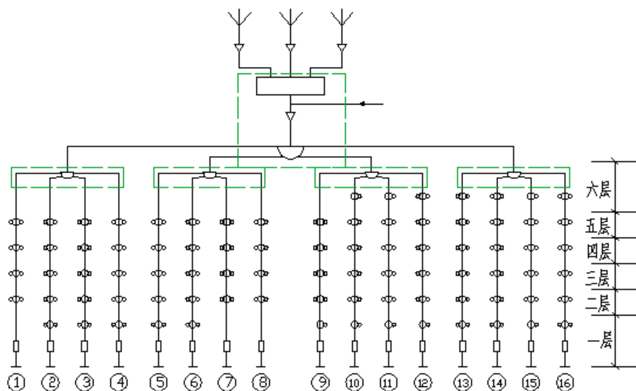


图 6-267　修改文字

（23）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把修改的文字适当调整对齐，效果如图 6-268 所示。

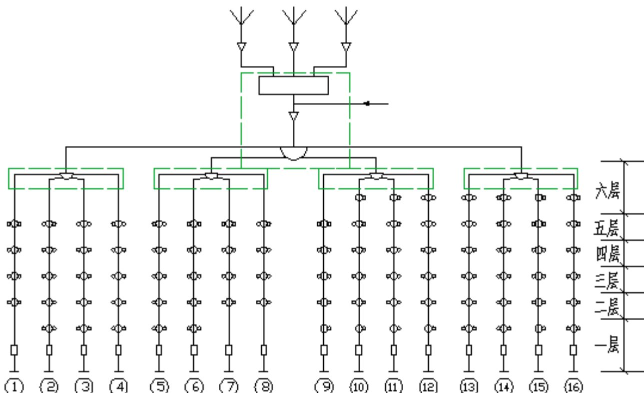


图 6-268　调整对齐标注文字

（24）选择系统图中的标号和文字，在“图层”面板中的“图层控制”下拉列表框中选择“文字”图层，如图 6-269 所示，实现的文字效果如图 6-270 所示。



图 6-269　选择“文字”图层

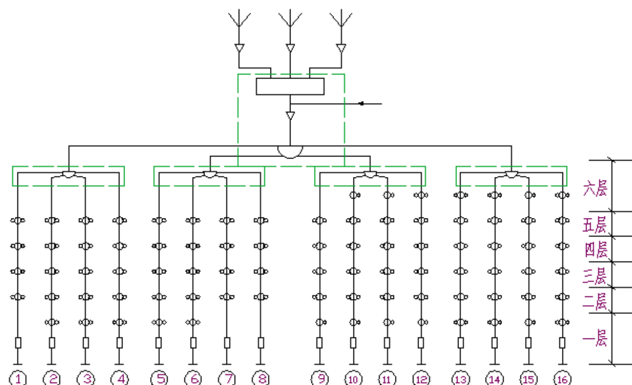


图 6-270　转换文字颜色的效果

6.3　多层住宅电话系统图



制作思路

和前面的天线系统类似，本例绘制一层中有 4 户的六层住宅楼情况。先绘制主线图，然后绘制分线图，最后标注文字。

6.3.1　主线

绘制步骤如下。

（1）绘制主接线图。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮绘制一个矩形，效果如图 6-271 所示。

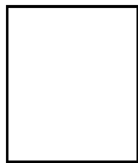


图 6-271　绘制的矩形

（2）单击“绘图”面板中的“多段线”命令按钮，按命令行的提示绘制多段线，完成进户线的绘制。

```
命令: _pline
指定起点: （捕捉矩形下面的一个点）
当前线宽为 0.0000
指定下一个点或 [圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: w
```



```
指定起点宽度 <0.0000>: 0.3
指定端点宽度 <0.3000>: （按〈Enter〉键）
指定下一个点或 [圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:（捕捉合适的一点）
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:（继续捕捉点）
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:（按〈Enter〉键）
```

效果如图 6-272 所示。

（3）单击“绘图”面板中的“多段线”命令按钮，按前面相同的方法继续绘制多段线，使电话线可以分到其他单元，效果如图 6-273 所示。

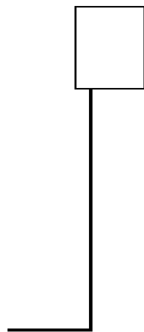


图 6-272　绘制的进户线

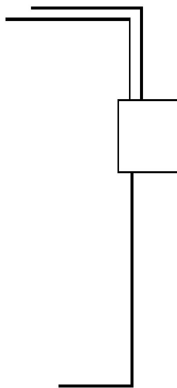


图 6-273　绘制进其他单元的电话线

（4）单击“绘图”面板中的“多段线”命令按钮，按前面相同的方法绘制多段线，以用于分线的绘制，效果如图 6-274 所示。

（5）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把绘制的图形适当缩短，效果如图 6-275 所示，这样就完成了主线的绘制。

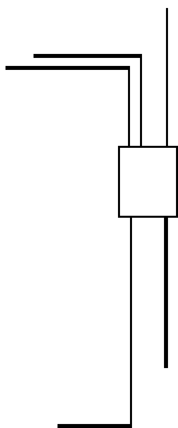


图 6-274　绘制的多段线

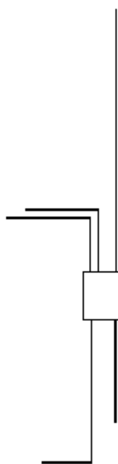


图 6-275　拉伸的效果

6.3.2 分线

绘制步骤如下。

（1）绘制楼层住户符号。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制一个矩形代表一户住户，效果如图 6-276 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制矩形的中心直线，分成两个房间，效果如图 6-277 所示。

（3）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注每个房间的数字，效果如图 6-278 所示。

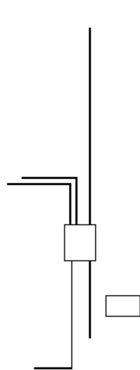


图 6-276 绘制的矩形

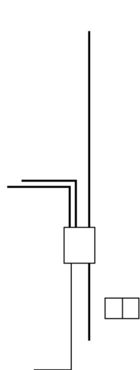


图 6-277 绘制的直线

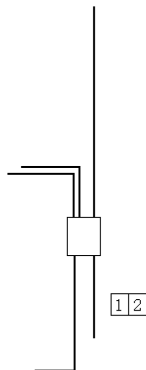


图 6-278 标注的数字

（4）绘制分线盒。单击“绘图”面板中的“圆弧”命令按钮，绘制一个圆弧作为分线盒，效果如图 6-279 所示。

（5）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把绘制的住户符号向上移动，效果如图 6-280 所示。

（6）单击“绘图”面板中的“多段线”命令按钮，绘制多段线表示分线盒到房间的进线，效果如图 6-281 所示。

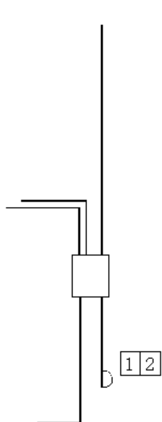


图 6-279 绘制的圆弧

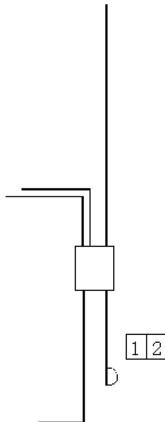


图 6-280 移动的图形

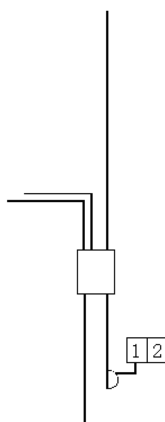


图 6-281 绘制的多段线



（7）单击“绘图”面板中的“多段线”命令按钮，绘制多段线表示房间到房间的进线，效果如图 6-282 所示。

（8）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 6-283 虚线所示的图形分别向右复制 3 份，距离分别为 20、40 和 60，代表有 4 个住户，效果如图 6-284 所示。

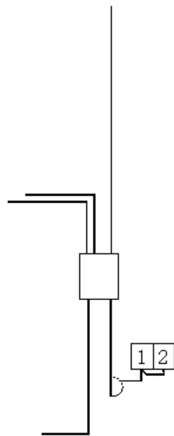


图 6-282　绘制的另一多段线

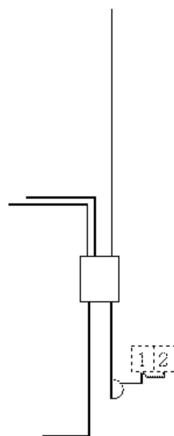


图 6-283　复制的对象

（9）单击“绘图”面板中的“多段线”命令按钮，继续绘制多段线，绘制其他住户从分线盒到房间的进线，效果如图 6-285 所示。

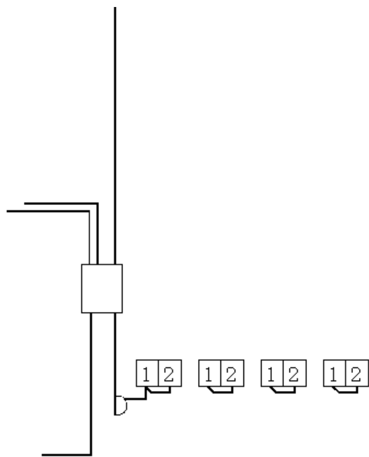


图 6-284　复制的效果

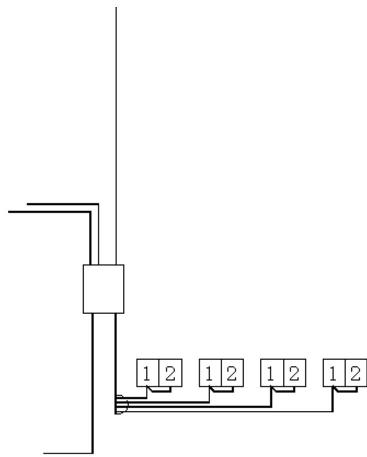


图 6-285　绘制的多段线

（10）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，移动与分线盒连接的多段线，效果如图 6-286 所示。

（11）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 6-287 虚线所示圆弧为修剪边，修剪掉圆弧里面不需要的线头，效果如图 6-288 所示。

（12）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮和“延伸”命令按钮，把线头延伸到矩形的下边缘，并修剪掉矩形里面多余的线头，效果如图 6-289 所示。

（13）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把图形适当的拉伸调整，效果如图 6-290 所示。

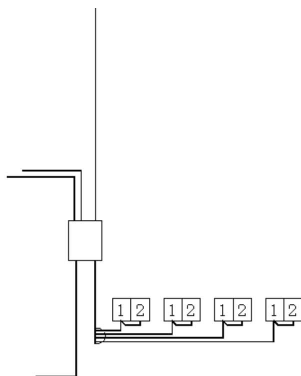


图 6-286　移动的图形

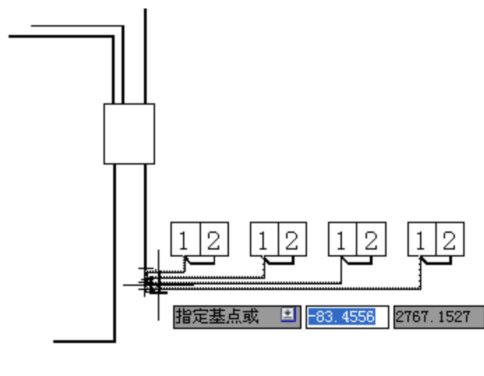


图 6-287　选择的修剪边

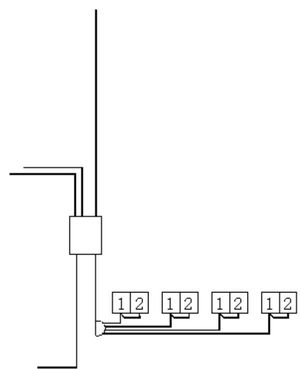


图 6-288　修剪的效果

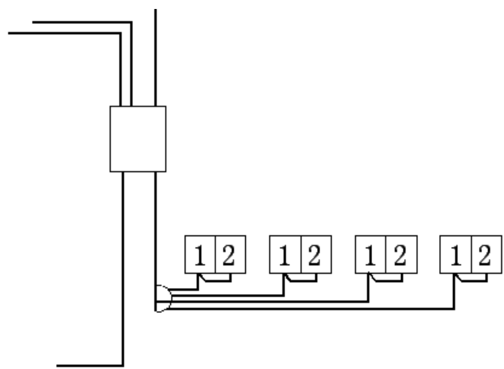


图 6-289　修剪延伸的效果

（14）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 6-291 虚线所示的图形分别向上复制 5 份，距离分别为 25、50、75、100 和 125，代表有 6 层楼，效果如图 6-292 所示。

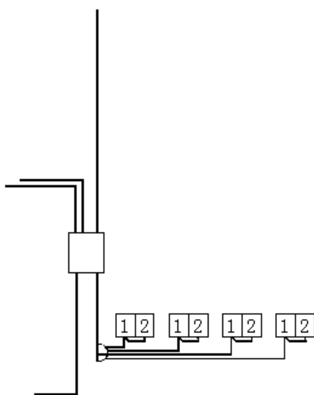
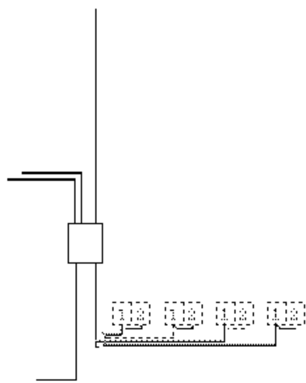


图 6-290　拉伸的效果


图 6-291　复制的对象



（15）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮和“移动”命令按钮，把图形适当的拉伸移动调整，效果如图 6-293 所示，这样就完成电话系统图的绘制，下面进行文字标注。

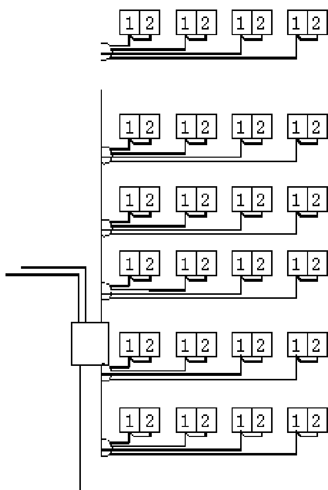


图 6-292　复制的效果

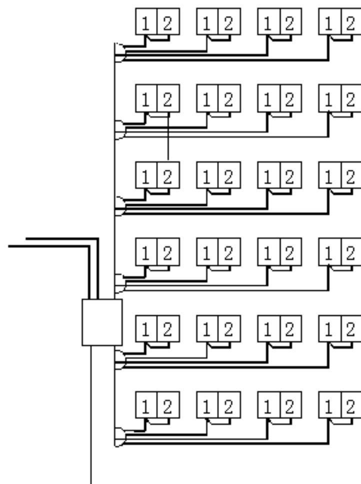


图 6-293　拉伸移动效果

6.3.3　标注文字

绘制步骤如下。

（1）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注进户线的标准，结果如图 6-294 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制一条直线作为进户线的文字标注引线，效果如图 6-295 所示。

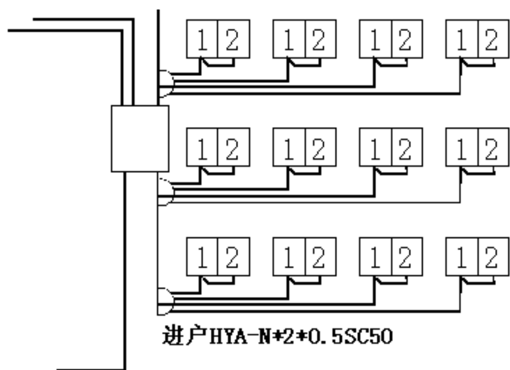


图 6-294　标注的文字

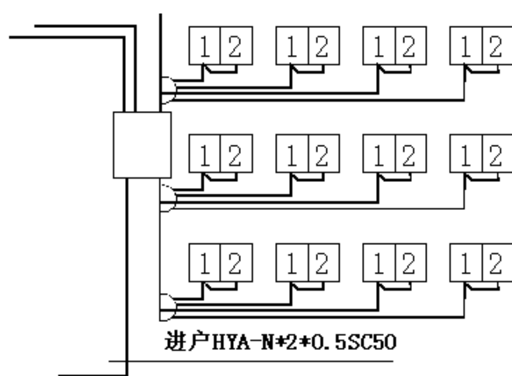


图 6-295　绘制的引线

（3）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注至其他单元的进线标准，效果如图 6-296 所示。

（4）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把刚刚标注的文字适当移动位置，

效果如图 6-297 所示。

（5）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制直线作为至其他单元进线的文字标注引线，效果如图 6-298 所示。

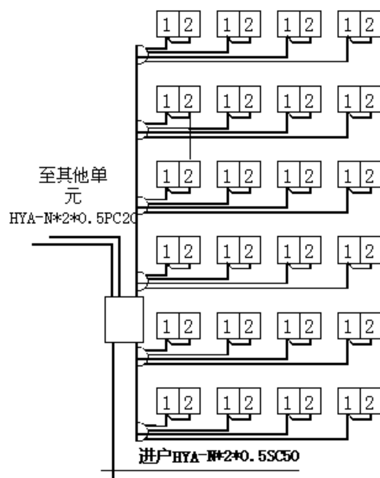


图 6-296　标注的文字

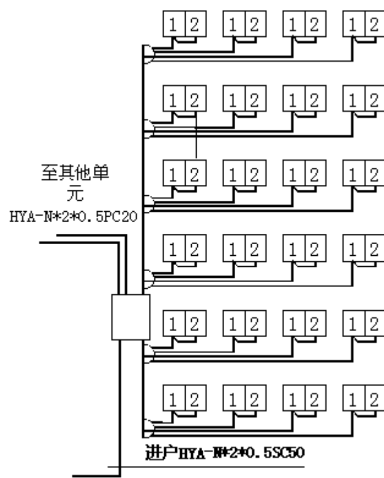


图 6-297　移动的图形

（6）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注至分线盒的进线标准，效果如图 6-299 所示。

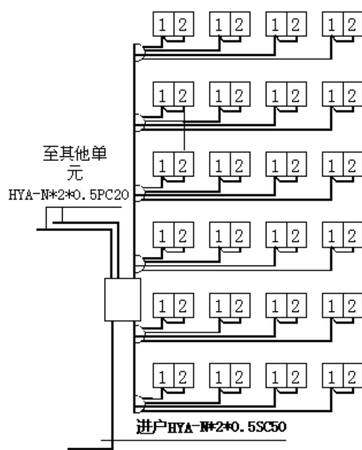


图 6-298　绘制的引线

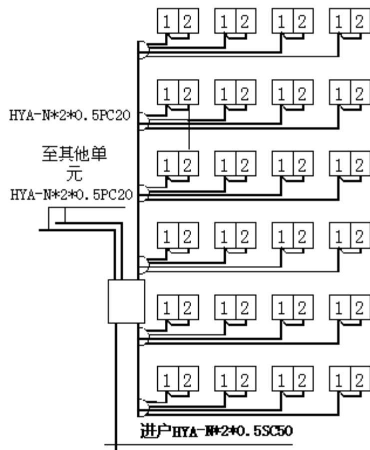


图 6-299　标注的文字

（7）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制直线作为至分线盒进线的文字标注引线，效果如图 6-300 所示。

（8）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注分线盒到住户的进线标准，效果如图 6-301 所示。

（9）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制直线作为分线盒到住户进线的文字标注引线，效果如图 6-302 所示。



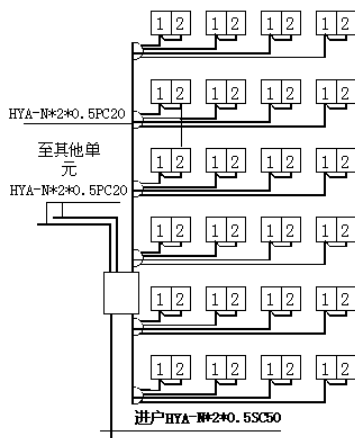


图 6-300　绘制的引线

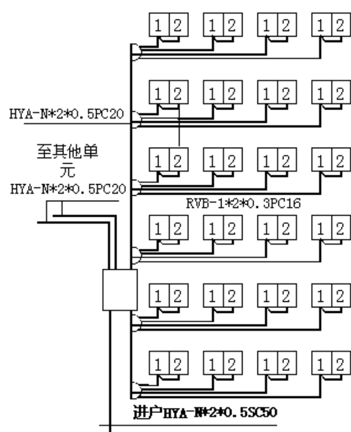


图 6-301　标注的文字

（10）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注文字“分线盒”，效果如图 6-303 所示。

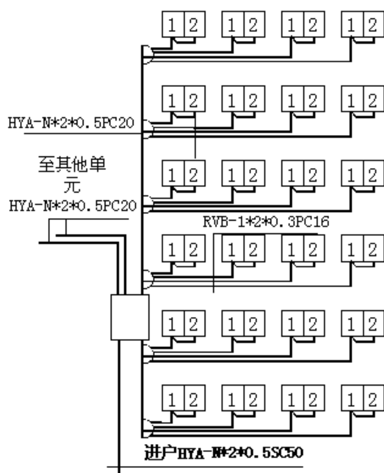


图 6-302　绘制的引线

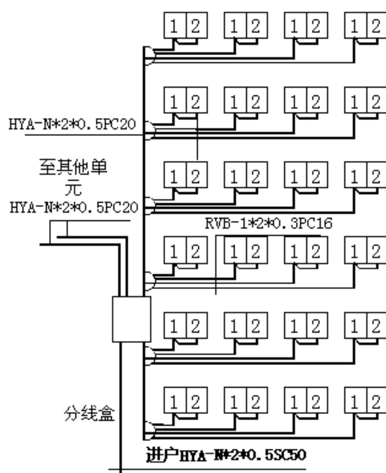


图 6-303　标注的文字

（11）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制直线作为分线盒的文字标注引线，效果如图 6-304 所示。

（12）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注文字“连接到房间中的终端插座”，表示进线最终连接的地方，效果如图 6-305 所示。

（13）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制直线作为刚刚输入标注文字的引线，效果如图 6-306 所示。

（14）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注文字“1F”，表示 1 层，效果如图 6-307 所示。

（15）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制直线作为文字“1F”的文字标注引线，效果如图 6-308 所示。



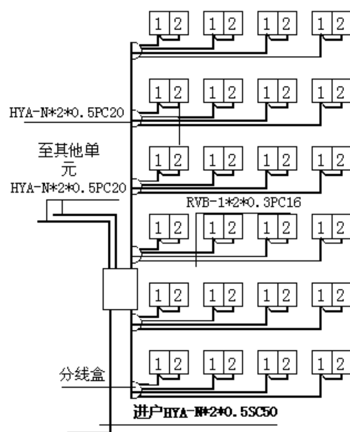


图 6-304　绘制的引线

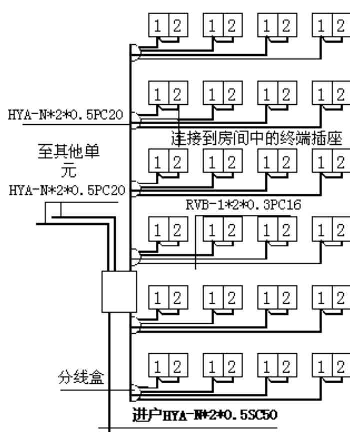


图 6-305　标注的文字

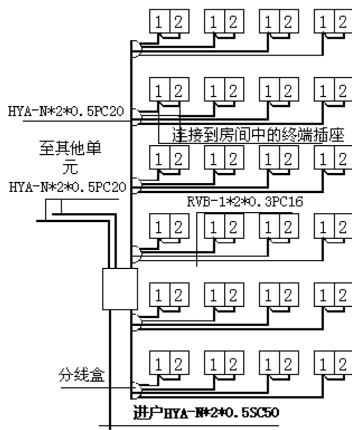


图 6-306　绘制的引线

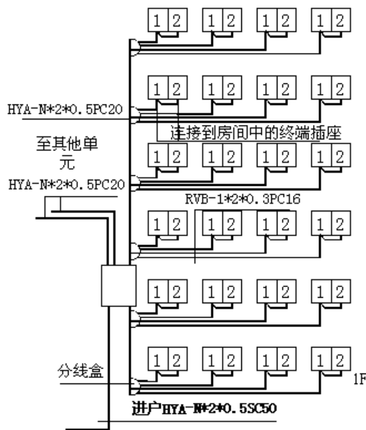


图 6-307　标注的文字

（16）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 6-309 虚线所示的图形分别向上复制 5 份，距离分别为 25、50、75、100 和 125，效果如图 6-310 所示。

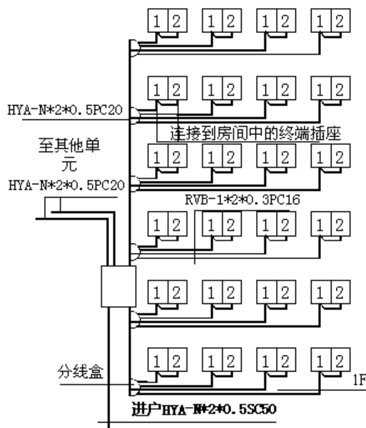


图 6-308　绘制的引线

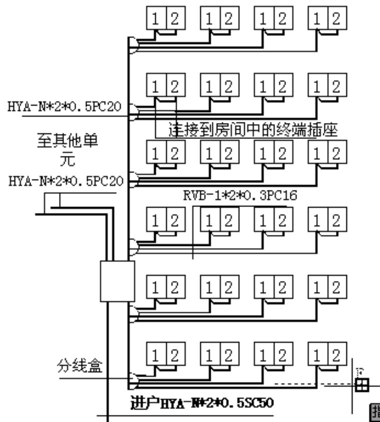


图 6-309　复制的对象



（17）双击刚刚复制的文字，在“多行文字编辑器”面板中分别把这些文字改成“2F”、“3F”、“4F”、“5F”和“6F”，效果如图 6-311 所示。

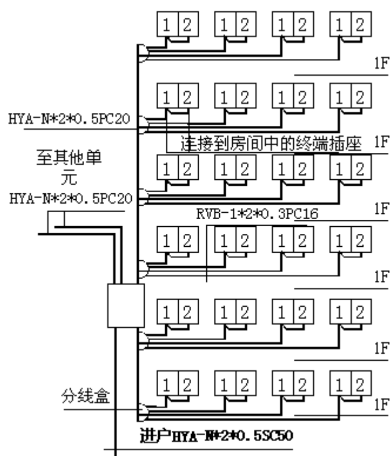


图 6-310　复制的效果

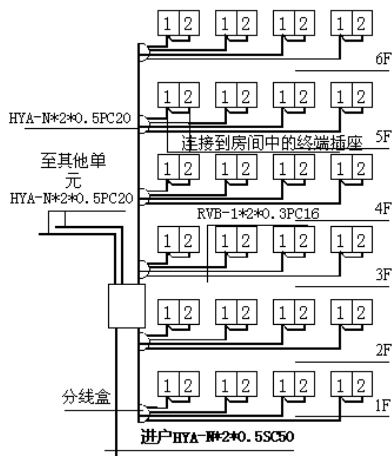


图 6-311　修改的文字

（18）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮和“移动”命令按钮，适当调整图形位置，使图形紧凑美观，最终效果如图 6-312 所示。

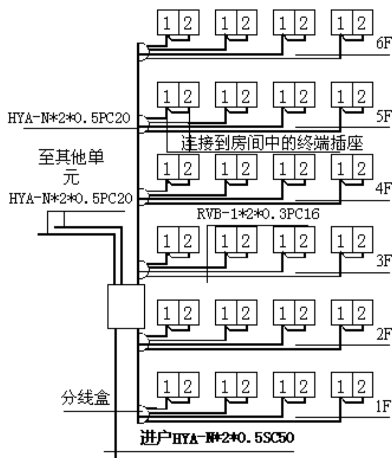


图 6-312　最终的效果

6.4　住宅照明平面图



制作思路

和前面的实验室照明平面图类似，本例绘制住宅照明平面图的情况。先绘制插座平面图，然后绘制照明平面图，最后绘制卫生间电位联结详图。

1

2

3

4

5

第 6 章

7

8

9

附录

6.4.1 插座平面图

（1）打开住宅照明平面图的空白文件，如图 6-313 所示。房间平面图已经绘制完成，可以进行布线了，首先在左边的房间平面图制作插座平面图的电路元器件。

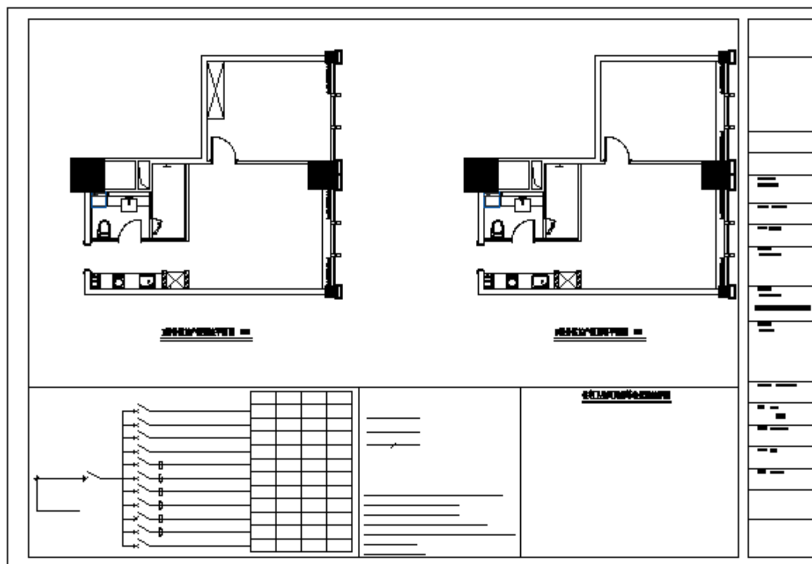


图 6-313 房间平面图

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，在卫生间的平面图上开始绘制插座，效果如图 6-314 和图 6-315 所示。

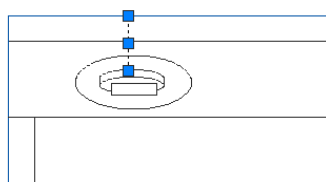


图 6-314 绘制插座直线

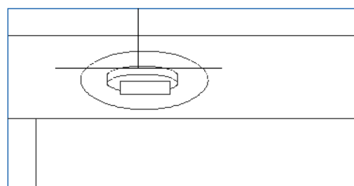


图 6-315 绘制直线

（3）单击“绘图”面板中的“圆弧”命令按钮绘制圆弧，如图 6-316 所示。

（4）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮绘制水平线，效果如图 6-317 所示。

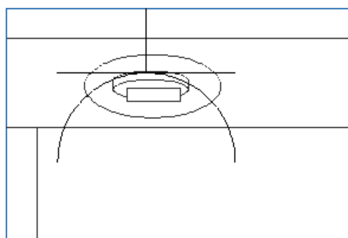


图 6-316 绘制圆弧

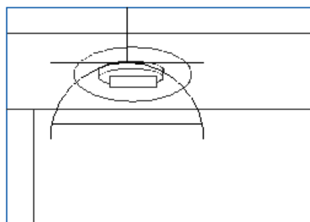


图 6-317 绘制水平线



（5）单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，将圆弧内部填充为黑色，如图 6-318 所示。

（6）选中刚绘制的插座图形，单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，将图形向右复制两份，如图 6-319 所示。

（7）选中最下面的插座图形，单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，将插座旋转 180°，并将其移到合适位置，如图 6-320 所示。

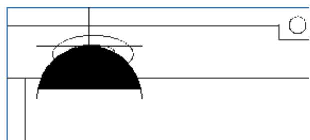


图 6-318　填充图形

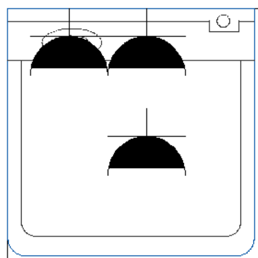


图 6-319　复制插座

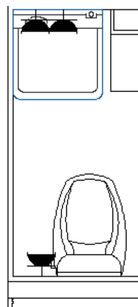


图 6-320　旋转移动图形

（8）使用同样的方法，复制插座到房间的各个位置，如图 6-321 所示。

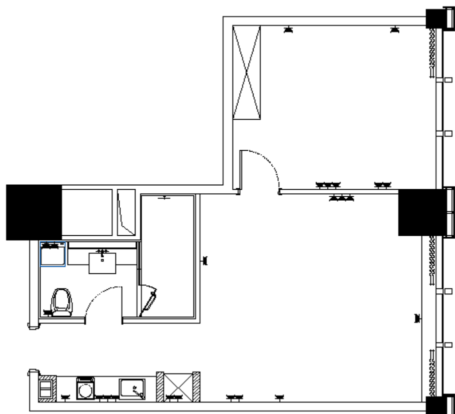


图 6-321　复制房间的插座

（9）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮绘制直线，效果如图 6-322 所示。

（10）单击“绘图”面板中的“圆弧”命令按钮和“圆”命令按钮，绘制电路元器件，如图 6-323 所示。

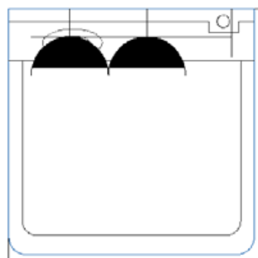


图 6-322　绘制直线

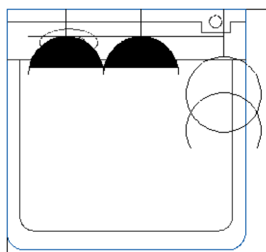


图 6-323　绘制元器件



（11）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制接地线符号，效果如图 6-324 所示。

（12）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制开关元器件，如图 6-325 所示。

（13）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，完成开关绘制，效果如图 6-326 所示。

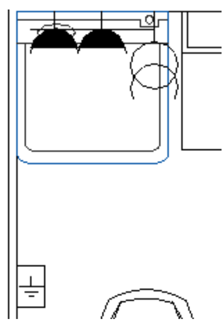


图 6-324　绘制接地线

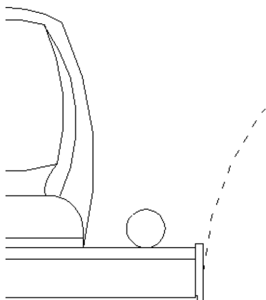


图 6-325　绘制圆形

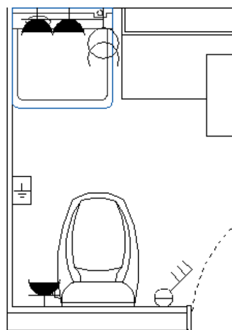


图 6-326　绘制开关

（14）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮和“圆弧”命令按钮，绘制浴室灯组，效果如图 6-327 所示。

（15）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，完成灯组绘制，如图 6-328 所示。

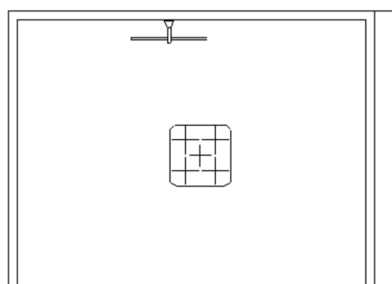


图 6-327　绘制灯组

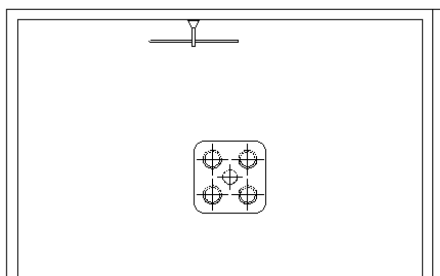


图 6-328　绘制完成的灯组

（16）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制线路枢组，效果如图 6-329 所示。

（17）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制另一个线路枢组，效果如图 6-330 所示。

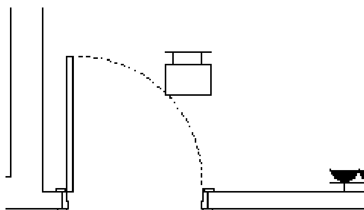


图 6-329　绘制电路枢组

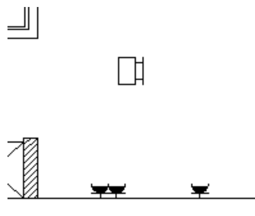


图 6-330　绘制另一个电路枢组



（18）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制洗手间线路，效果如图 6-331 所示。

（19）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制洗手间线路输出点，效果如图 6-332 所示。

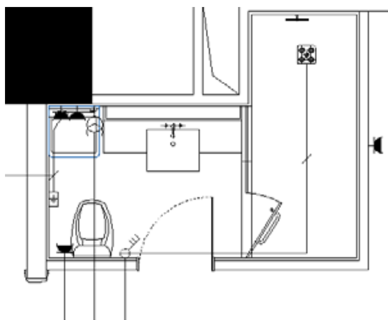


图 6-331　绘制洗手间线路

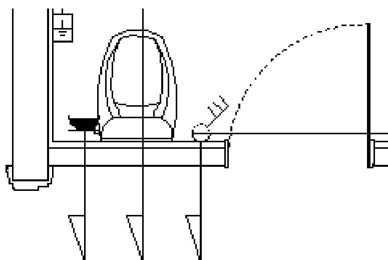


图 6-332　绘制线路输出点

（20）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制厨房和客厅线路，效果如图 6-333 和图 6-334 所示。

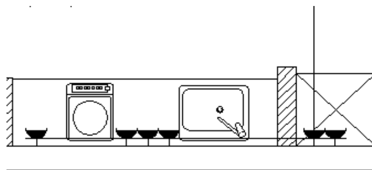


图 6-333　绘制厨房线路

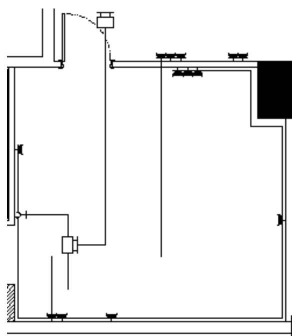


图 6-334　绘制客厅线路

（21）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮和“图案填充”命令按钮，绘制卧室线路节点和填充线路节点，效果如图 6-335 所示。

（22）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制卧室线路，如图 6-336 所示。

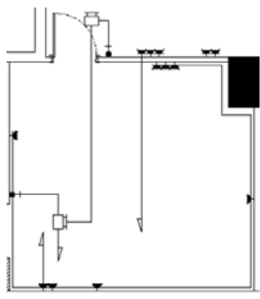


图 6-335　绘制线路接点

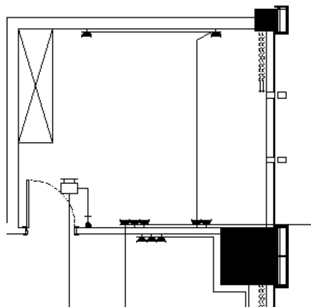


图 6-336　绘制卧室线路



6.4.2 照明平面图

（1）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制灯泡，如图 6-337 所示。

（2）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，将灯泡复制到房间的各个位置，如图 6-338 所示。

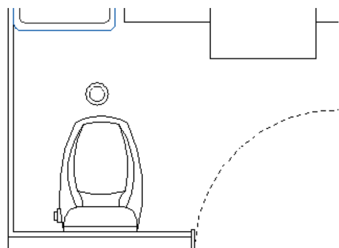


图 6-337 绘制灯泡

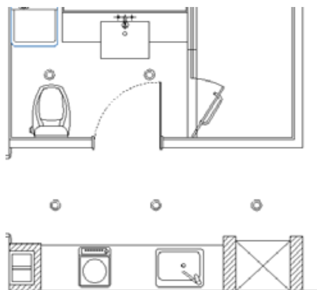


图 6-338 复制灯泡

（3）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮和“圆”命令按钮，绘制卧室的灯泡，如图 6-339 所示。

（4）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，将灯泡复制到房间的各个位置，如图 6-340 所示。

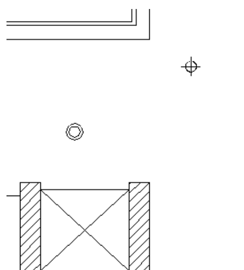


图 6-339 绘制卧室灯泡

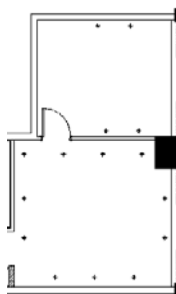


图 6-340 复制灯泡

（5）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮和“圆”命令按钮，绘制卧室和客厅的吊灯，如图 6-341 和图 6-342 所示。

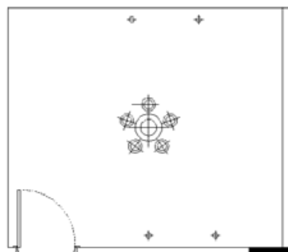


图 6-341 绘制卧室吊灯

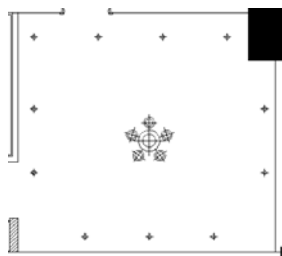


图 6-342 绘制客厅吊灯



（6）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，复制先前绘制的开关，并进行调整，如图 6-343 所示。

（7）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮和“图案填充”命令按钮，复制其他开关并进行填充，如图 6-344 和图 6-345 所示。

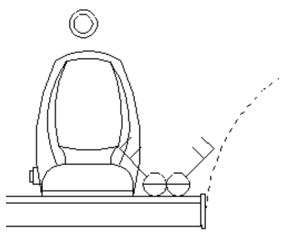


图 6-343　复制开关

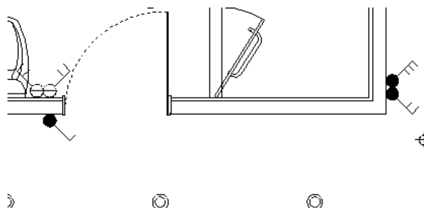


图 6-344　复制其他开关

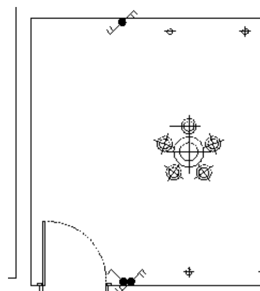


图 6-345　填充开关

（8）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制洗手间引入线路，如图 6-346 所示。

（9）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮和“图案填充”命令按钮，绘制节点，如图 6-347 所示。

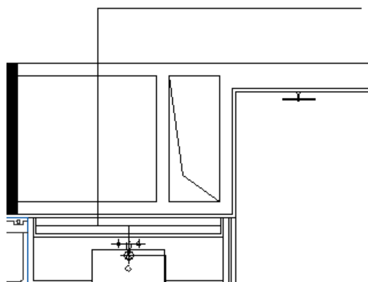


图 6-346　绘制引入线路

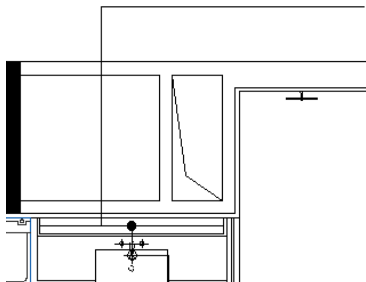


图 6-347　绘制节点

（10）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制连接灯泡的线路，如图 6-348 所示。

（11）单击“绘图”面板中的“圆弧”命令按钮，使用虚线绘制圆弧，如图 6-349 所示。

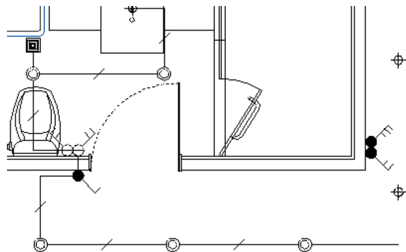


图 6-348　绘制线路

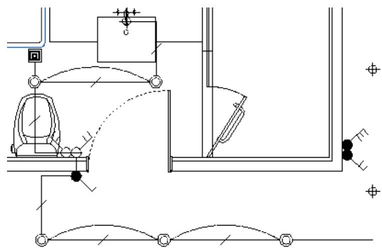


图 6-349　绘制圆弧

（12）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制客厅线路，如图 6-350 所示。

（13）单击“绘图”面板中的“圆弧”命令按钮和“直线”命令按钮，绘制圆弧和线路接入点，如图 6-351 所示。

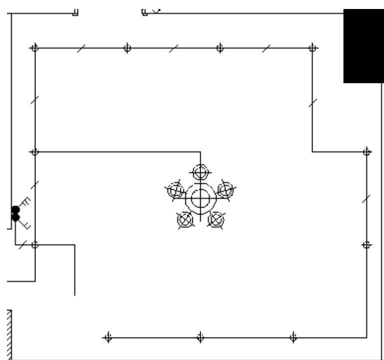


图 6-350　绘制客厅线路

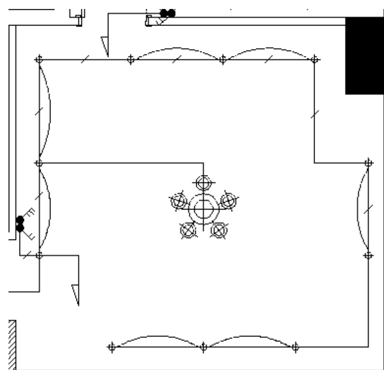


图 6-351　绘制圆弧和接点

（14）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制卧室线路，如图 6-352 所示。

（15）单击“绘图”面板中的“圆弧”命令按钮和“图案填充”命令按钮，绘制圆弧和填充节点，如图 6-353 所示。

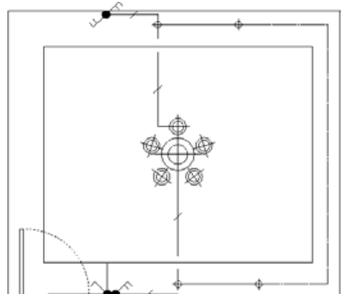


图 6-352　绘制线路

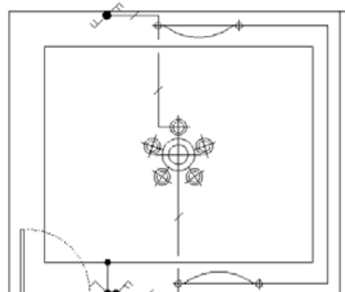


图 6-353　绘制圆弧和填充节点

6.4.3　电位连接详图

（1）首先绘制卫生间的各个电位元器件，如图 6-354 所示，这里就不一一介绍了。

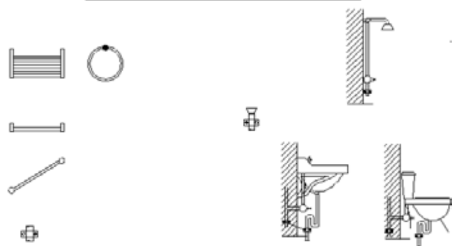


图 6-354　绘制电位元器件



（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制接线板，如图 6-355 所示。
（3）单击“绘图”面板中的 “圆”命令按钮，绘制节点，如图 6-356 所示。



图 6-355　绘制接线板



图 6-356　绘制节点

（4）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，复制其他节点，如图 6-357 所示。
（5）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制线路，如图 6-358 所示。

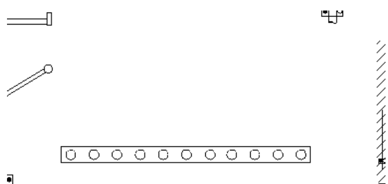


图 6-357　复制节点

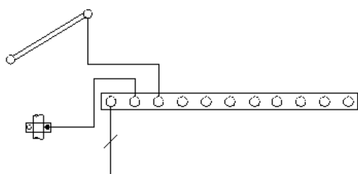


图 6-358　绘制线路 1

（6）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制线路，如图 6-359 所示。
（7）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制线路，如图 6-360 所示。

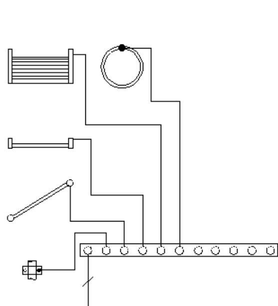


图 6-359　绘制线路 2

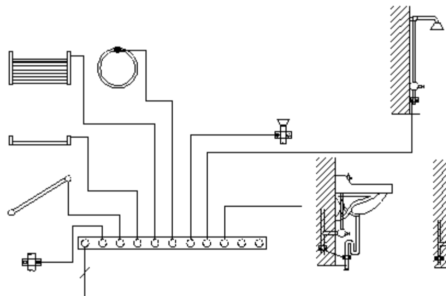


图 6-360　绘制线路 3

（8）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制线路，如图 6-361 所示。
（9）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制表格，如图 6-362 所示。

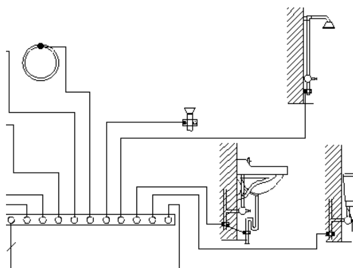


图 6-361　绘制线路 4

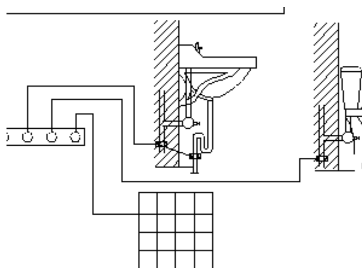


图 6-362　绘制表格



（10）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮和“图案填充”命令按钮，绘制节点，完成电位连接图，如图 6-363 所示。

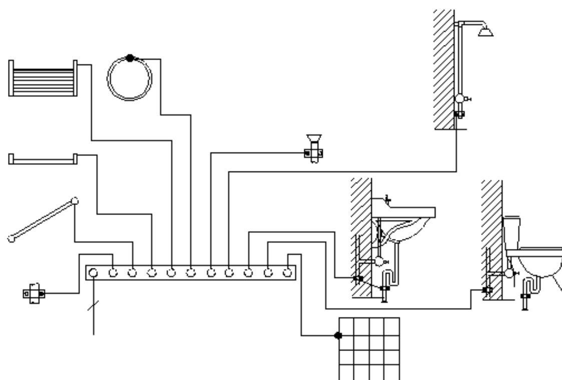


图 6-363　完成的图样



第 7 章　工厂电气控制设计

知识导引

工厂消耗的电能一般都比较大，如果像给民用建筑供电一样，由总变电所输出低压动力电给各个工厂、车间使用，那么传输线路上的电能损失将会十分巨大，是不经济的。所以工厂一般直接从上一级变电站引接高压电，自己配备变电站，输出低压电能供自己使用。按照这个顺序，本章先介绍一种工厂使用的高压配电系统，然后介绍低压动力电的配电系统，最后介绍配电箱配电系统，从而形成完整的工厂配电体系，供读者学习参考。

7.1　双回路电源高压配电所系统图



制作思路

本节介绍的双回路电源高压配电所系统由高压开关柜、高压汇流排和 3 个开关柜组成。高压电在本系统中可以得到有效的保护和精确测量，确保工厂的生产用电。本例先绘制高压开关柜、高压汇流排，然后绘制走向各个用户的支路。

7.1.1　高压开关柜

本系统的第一个环节是高压开关柜，它对外部高压线上引入的电力进行保护、测量，属于主线。绘制步骤如下。

（1）从以前绘制的图形中复制如图 7-1 所示元器件符号，准备绘制线路。

（2）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把电流互感器符号向上复制一份，效果如图 7-2 所示。

（3）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以线路主线为对称轴，把两个电流互感器符号向右对称复制一份，效果如图 7-3 所示。

（4）单击“绘图”面板中的“正多边形”命令按钮，绘制外接圆半径为 1 的等边三角形，效果如图 7-4 所示。

（5）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把等边三角形以其底边中点为移动基准点，以图 7-5 所示最近点为移动目标点进行移动，效果如图 7-6 所示。

（6）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以过图 7-7 所示最近点的水平直线为对称轴，把三角形向上对称复制一份，效果如图 7-8 所示。

（7）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮 A，在线路旁边标注文字，指示各个元器件的代号、型号，效果如图 7-9 所示。



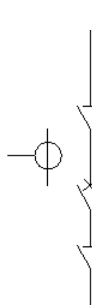


图 7-1　贴入符号

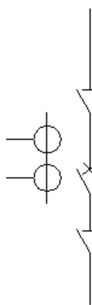


图 7-2　复制电流互感器符号

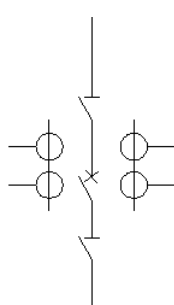


图 7-3　对称复制图形

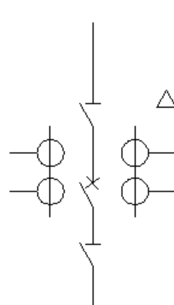


图 7-4　绘制三角形

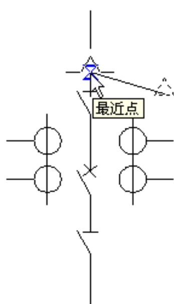


图 7-5　捕捉最近点

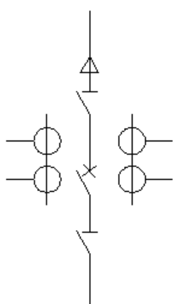


图 7-6　移动三角形

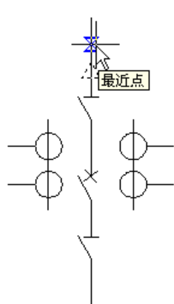


图 7-7　捕捉最近点

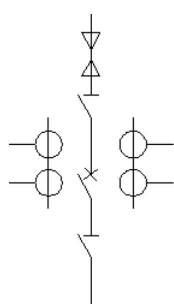


图 7-8　对称复制三角形

（8）绘制容纳文字的表格。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，在文字旁边绘制一条垂直直线，效果如图 7-10 所示。

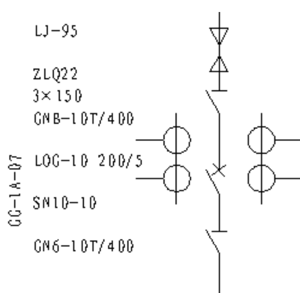


图 7-9　标注文字

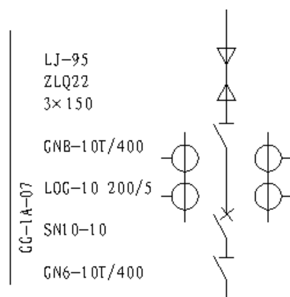


图 7-10　绘制垂直直线

（9）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，以垂直直线的下端点为起点，绘制一条水平直线，效果如图 7-11 所示。

（10）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，屏幕出现如图 7-12 所示的“阵列”对话框，填好各项数值，把水平直线阵列 7 行，行距为 8，效果如图 7-13 所示。

（11）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把垂直直线向左边复制一份，效果如图 7-14 所示。

（12）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，在如图 7-15 虚线和光标所示直线之间倒圆角，圆角半径为 0，效果如图 7-16 所示。



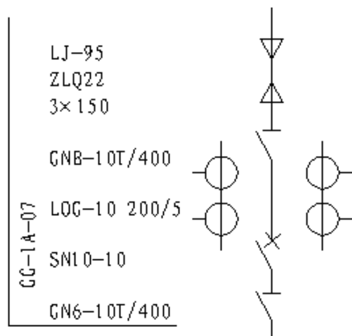


图 7-11　绘制水平直线

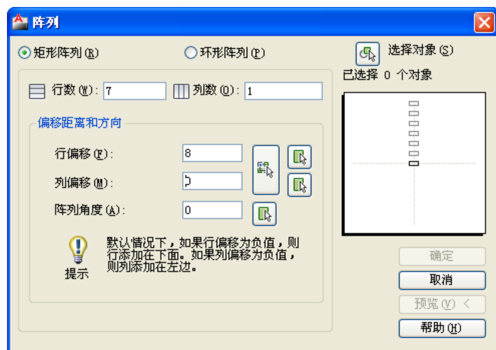


图 7-12　“阵列”对话框

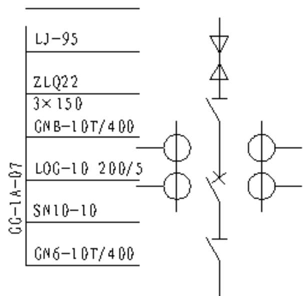


图 7-13　阵列直线

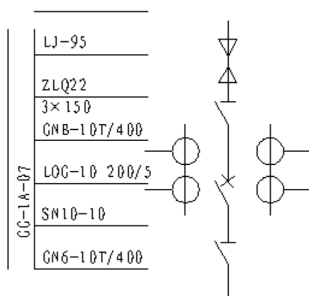


图 7-14　复制直线

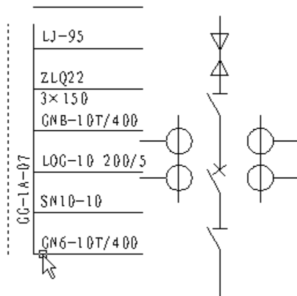


图 7-15　指示直线

（13）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，在如图 7-17 虚线和光标所示直线之间倒圆角，圆角半径为 0，效果如图 7-18 所示。

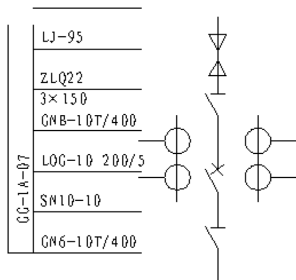


图 7-16　连接下边直线

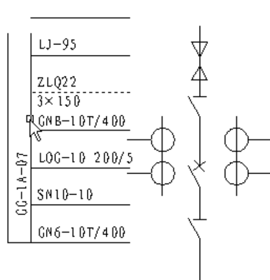


图 7-17　指示直线

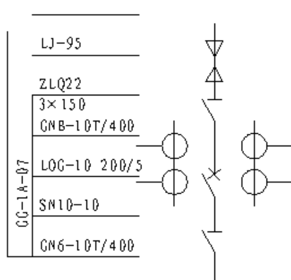


图 7-18　连接上边直线

（14）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，在如图 7-19 虚线和光标所示直线之间倒圆角，圆角半径为 0，效果如图 7-20 所示。

（15）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，在如图 7-21 虚线和光标所示直线之间倒圆角，圆角半径为 0，效果如图 7-22 所示。

（16）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，在如图 7-23 虚线和光标所示直线之间倒圆角，圆角半径为 0，效果如图 7-24 所示。

（17）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把如图 7-25 所示文字向上边移动，使它位于直线之间，效果如图 7-26 所示。

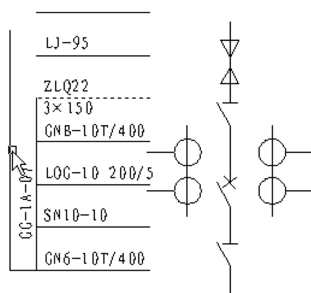


图 7-19　指示直线

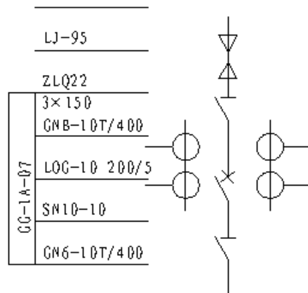


图 7-20　连接上边直线

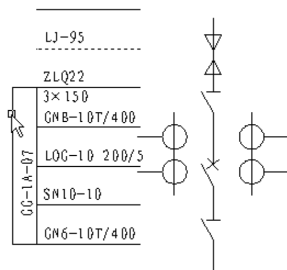


图 7-21　指示直线

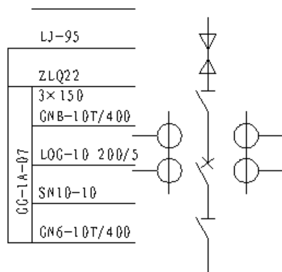


图 7-22　连接上边直线

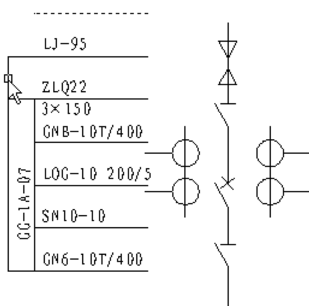


图 7-23　指示直线

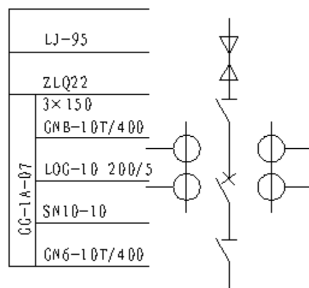


图 7-24　连接上边直线

（18）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，适当调整图形文字之间的位置，使其整洁，效果如图 7-27 所示。

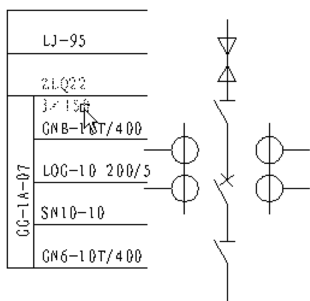


图 7-25　指示文字

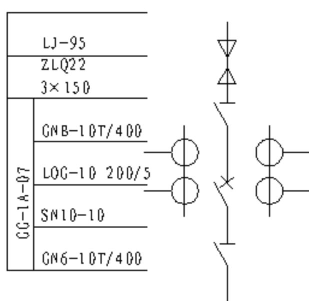


图 7-26　移动文字

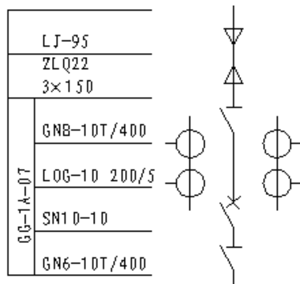


图 7-27　调整图形文字

（19）在“图层”面板中单击“图层特性”命令按钮，设置一个使用褐色直线的“功能框”图层，并单击“置为当前”按钮，将它置为当前图层，如图 7-28 所示。

（20）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制基本包括所有图形在内的矩形，效果如图 7-29 所示。

（21）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，把图形向右对称复制一份，形成另一条线路，效果如图 7-30 所示。

（22）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除右边图形上的两个三角形，效果如图 7-31 所示。



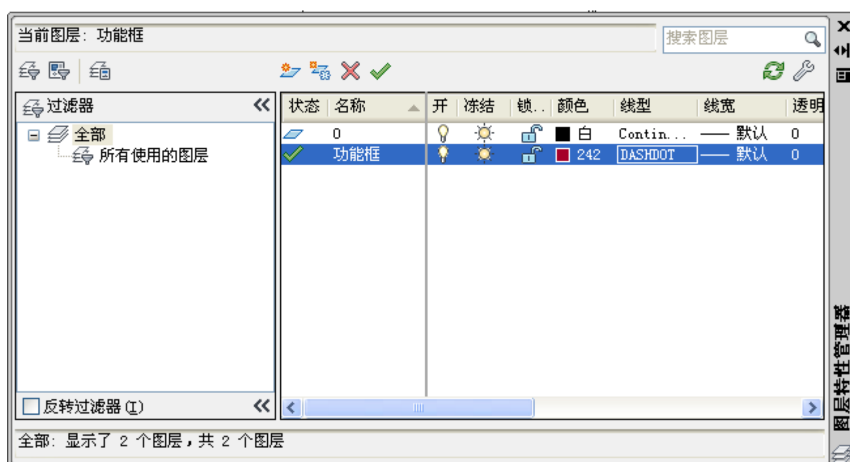


图 7-28　设置图层

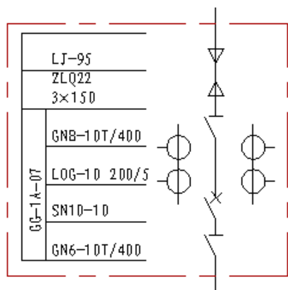


图 7-29　绘制矩形

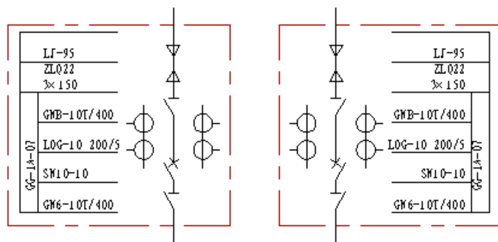


图 7-30　对称复制图形

（23）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，把右边图形中如图 7-32 光标所示的 3 条斜线对称复制一份，注意删除源对象，效果如图 7-33 所示。

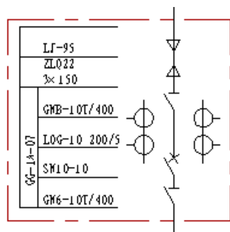


图 7-31　删除两个三角形

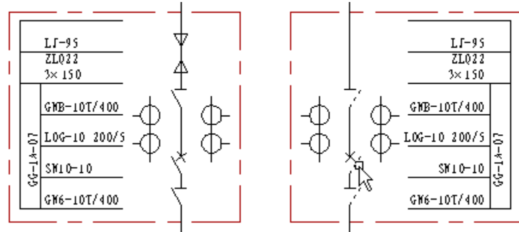


图 7-32　捕捉图形

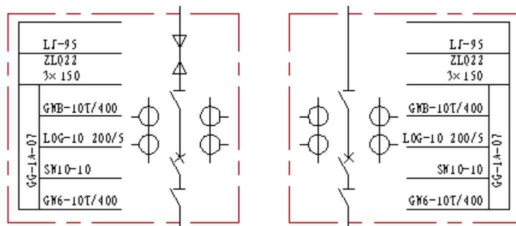


图 7-33　对称复制图形



7.1.2　高压汇流排

高压电必须经过汇流排才能分配到各条分支线路使用。绘制步骤如下。

（1）高压汇流排一般是两条平行的线路，中间用常闭开关隔开，起保护作用。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把一个开关复制到两个框图之间，效果如图 7-34 所示。

（2）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，把复制的开关旋转 90°，效果如图 7-35 所示。

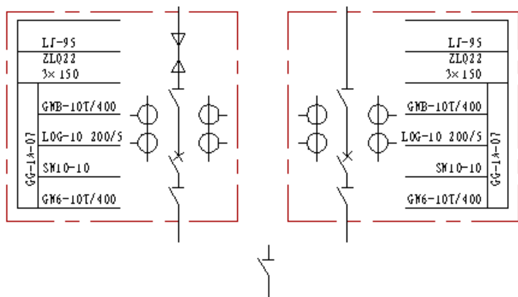


图 7-34　复制开关

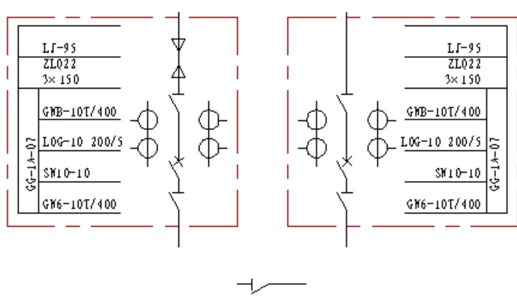


图 7-35　旋转开关

（3）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，在如图 7-36 光标所示位置的两条直线之间倒圆角，圆角半径为 0，使常开开关变成常闭开关，效果如图 7-37 所示。

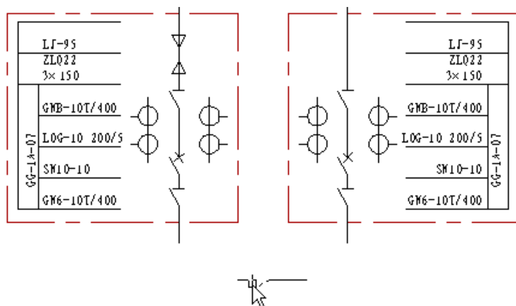


图 7-36　圆角直线

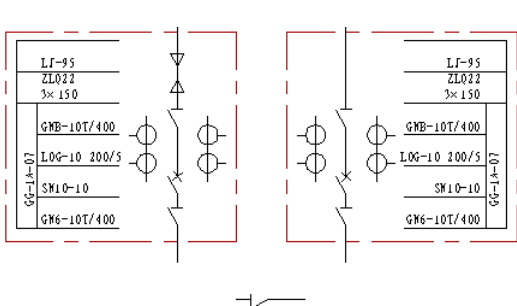


图 7-37　圆角后效果

（4）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，拉长开关两端的直线，使其成为一条高压母线，效果如图 7-38 所示。

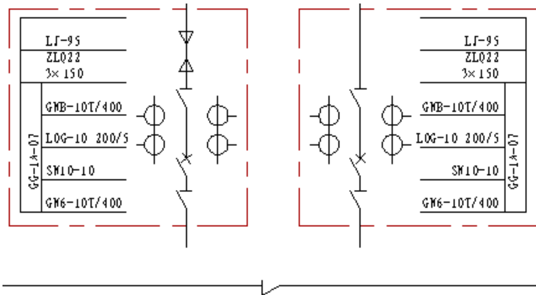


图 7-38　形成高压母线



（5）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，拉长两条高压线下端的直线，使其端点接触到高压母线上如图 7-39 所示的垂足点，效果如图 7-40 所示。

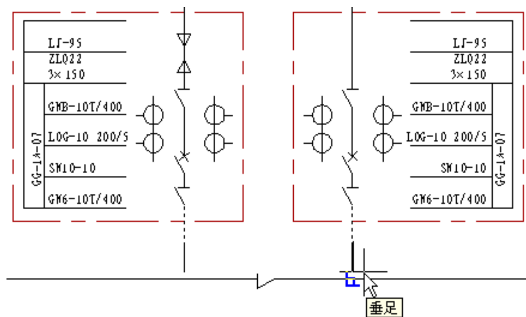


图 7-39　捕捉垂足

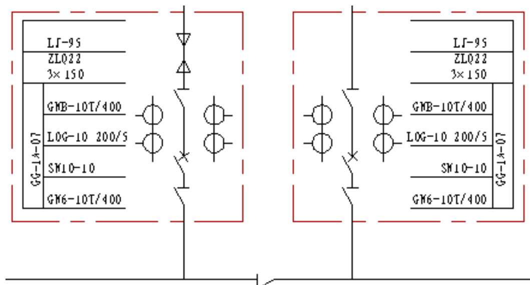


图 7-40　延伸线头

（6）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制包含高压母线的矩形，效果如图 7-41 所示。

（7）把步骤 6 绘制的矩形转换成“功能框”上使用的线型，效果如图 7-42 所示。

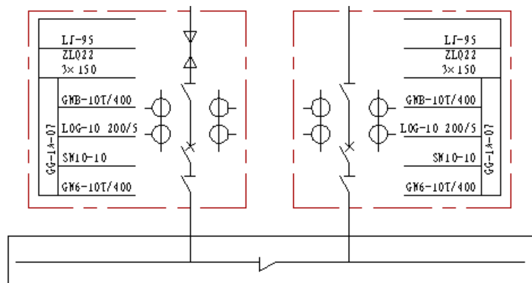


图 7-41　绘制矩形

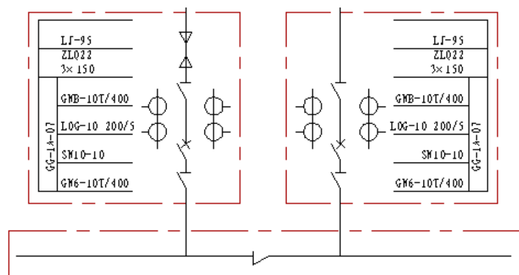


图 7-42　转换线型

（8）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在高压母线上方标注它的电气代号和运行参数，效果如图 7-43 所示。

（9）单击“修改”面板中的“打断”命令按钮，把高压母线的功能框在如图 7-44 光标所示位置向右打断，使文字处于框线之间，效果如图 7-45 所示。

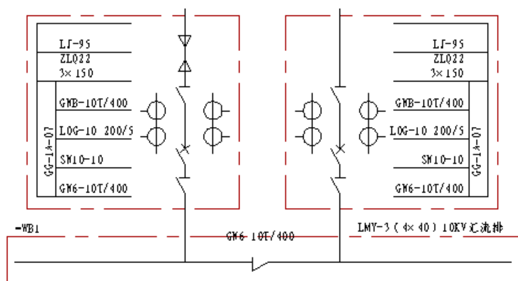


图 7-43　标注代号和参数

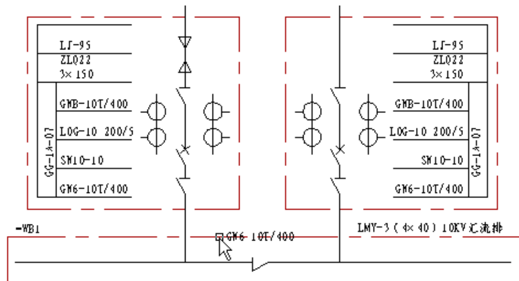


图 7-44　指示位置

（10）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，适当调整图形使其整洁紧凑，效果

如图 7-46 所示。

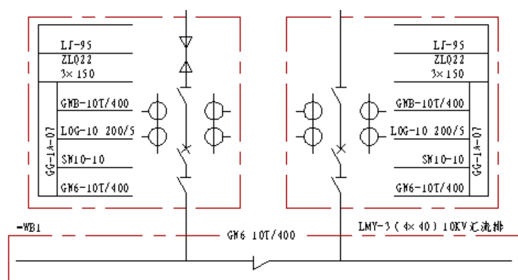


图 7-45 打断线条

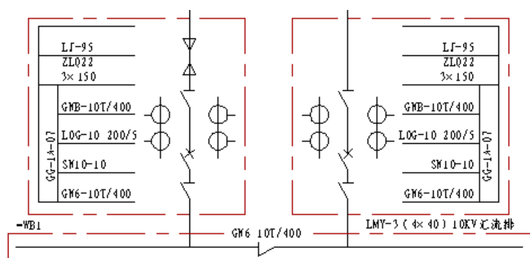


图 7-46 调整图形

7.1.3 绘制 TV1

开关柜是接入变压器的支线端，其功能与主线上的开关柜类似，指示它要保护的是一条支线。绘制步骤如下。

（1）从以前绘制的图形中复制如图 7-47 所示元器件符号到高压母线下方，准备绘制线路。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 7-48 所示端点，终点在如图 7-49 所示垂足的连线，效果如图 7-50 所示。

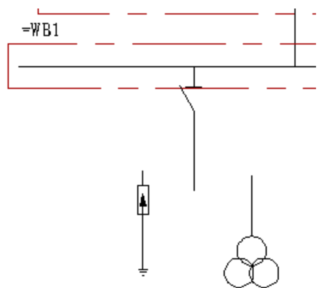


图 7-47 复制元器件

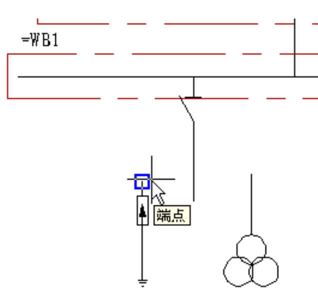


图 7-48 捕捉端点

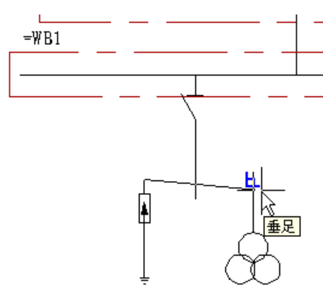


图 7-49 捕捉垂足

（3）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 7-51 虚线所示直线为修剪边，修剪掉光标所示的线头，结果如图 7-52 所示。

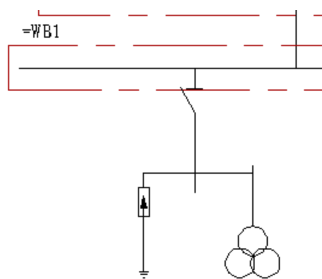


图 7-50 绘制线条

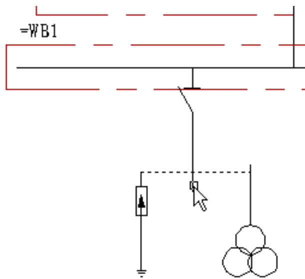


图 7-51 指示线头

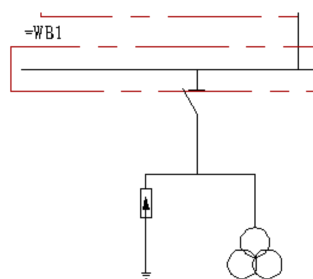


图 7-52 修剪线头

（4）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 7-53 所示端点为复制基准点，

1
2
3
4
5
6
第 7 章
8
9
附录



以图 7-54 所示的最近点为复制目标点，把图中矩形向右复制一份，效果如图 7-55 所示。

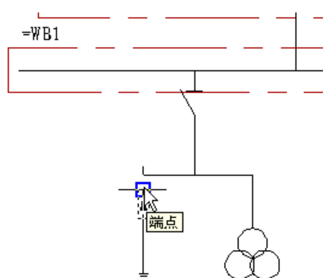


图 7-53　捕捉端点

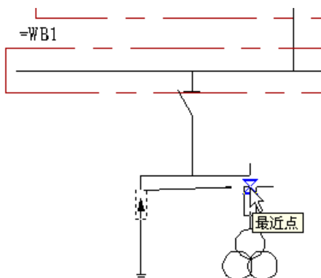


图 7-54　捕捉最近点

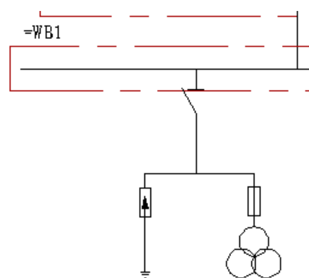


图 7-55　复制图形

（5）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，适当调整图形使其整洁紧凑，效果如图 7-56 所示。

（6）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在接地线符号左边标注文字，效果如图 7-57 所示。

（7）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，在文字下方绘制水平直线，效果如图 7-58 所示。

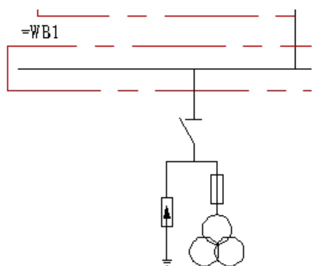


图 7-56　调整图形

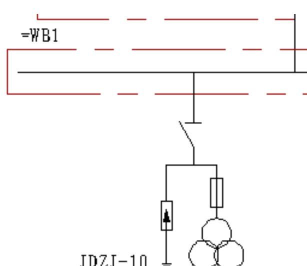


图 7-57　标注文字

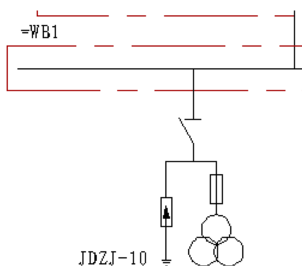


图 7-58　绘制直线

（8）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，屏幕出现如图 7-59 所示的“阵列”对话框，设置各项数值，把文字向上阵列 4 行，行距为 7，效果如图 7-60 所示。

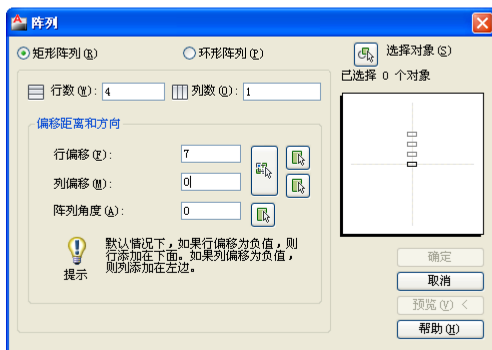


图 7-59　“阵列”对话框

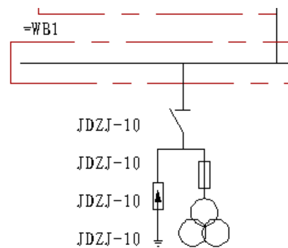


图 7-60　阵列文字

（9）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，把文字下的直线向上阵列 5 行，行距

为 7，效果如图 7-61 所示。

（10）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 7-62 所示端点的尺寸为-3×20 的矩形，效果如图 7-63 所示。

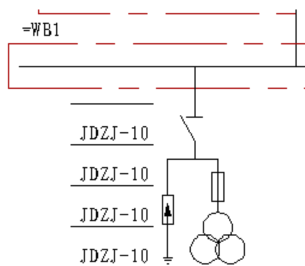


图 7-61　阵列直线

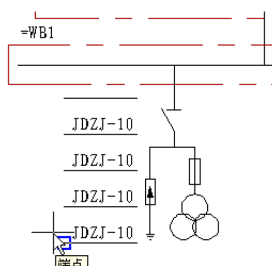


图 7-62　捕捉端点

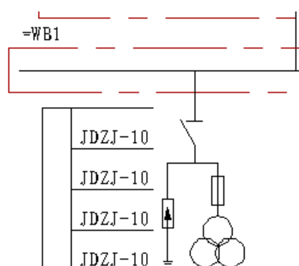


图 7-63　绘制矩形

（11）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把下边第 2 排文字向左复制一份，效果如图 7-64 所示。

（12）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，把复制的文字旋转 90°，使其恰好位于矩形框中，效果如图 7-65 所示。

（13）双击文字，在屏幕出现的“多行文字编辑器”面板中把文字改成如图 7-66 所示的文字。

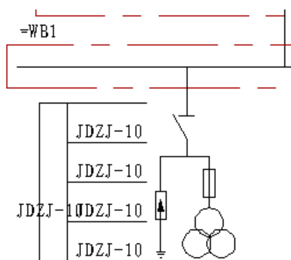


图 7-64　复制文字

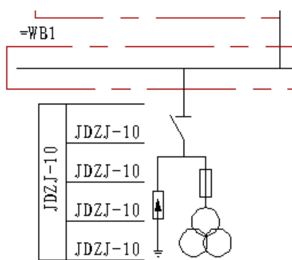


图 7-65　旋转文字

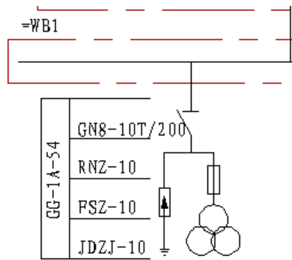


图 7-66　编辑文字

（14）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把线路向右方适当移动，调整它和文字的位置，效果如图 7-67 所示。

（15）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制包含本线路的矩形，效果如图 7-68 所示。

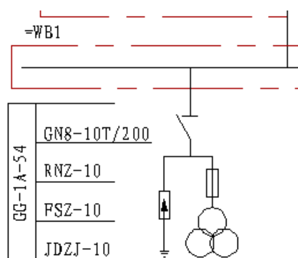


图 7-67　移动线路

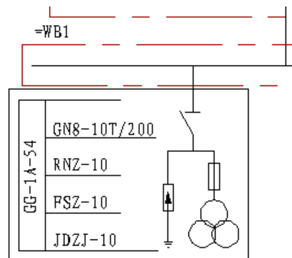


图 7-68　绘制矩形



（16）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在本线路上方标注代号，效果如图 7-69 所示。

（17）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，适当调整图形之间的位置，效果如图 7-70 所示。

（18）把矩形转换成“功能框”上使用的线型，效果如图 7-71 所示。

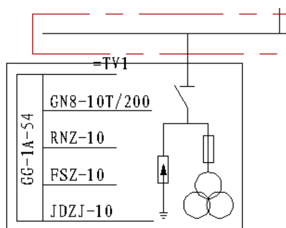


图 7-69　标注代号

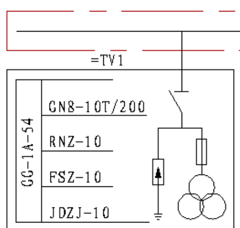


图 7-70　调整图形

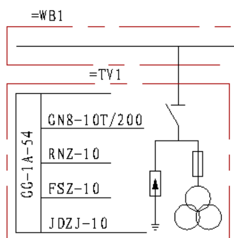


图 7-71　转换线型

7.1.4　开关柜 WL11

绘制步骤如下。

（1）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 7-72 所示端点为复制基准点，以图 7-73 所示最近点为复制目标点，把虚线所示图形复制一份，效果如图 7-74 所示。

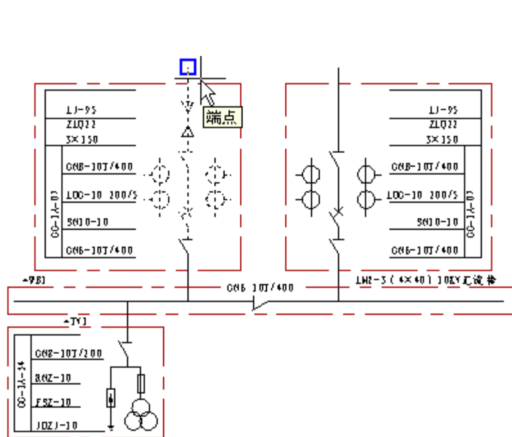


图 7-72　捕捉端点

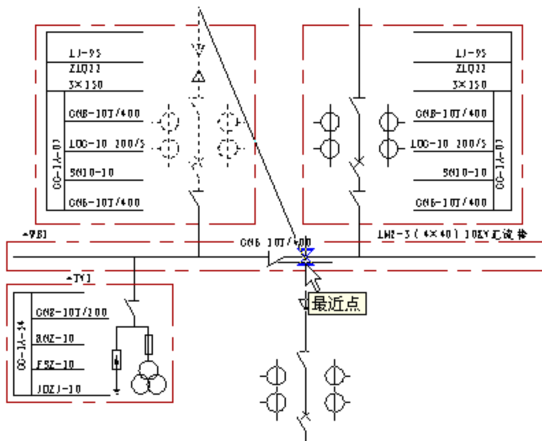


图 7-73　捕捉最近点

（2）单击“实用程序”面板中的“窗口”命令按钮，局部放大刚才复制的线路，预备下一步操作，效果如图 7-75 所示。

（3）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，适当调整线路，使三角形位于开关下方，效果如图 7-76 所示。

（4）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，从左边的线符号中复制一个箭头到线路上，效果如图 7-77 所示。

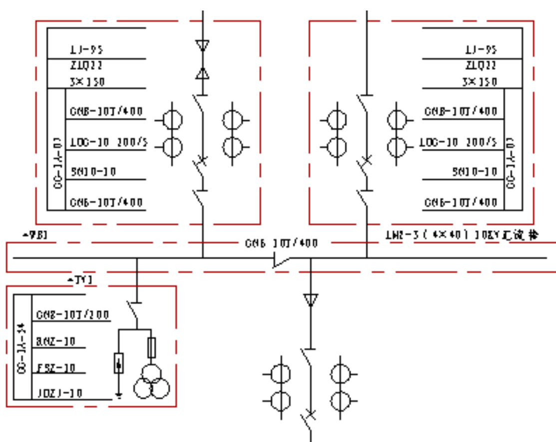


图 7-74　复制线路

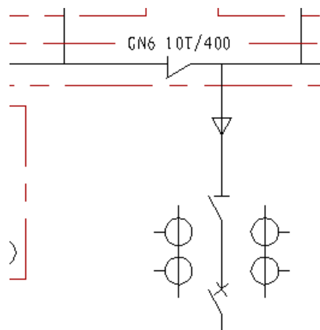


图 7-75　局部放大

（5）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以过箭头下端的水平直线为对称轴把箭头对称复制一份，注意删除源对象，效果如图 7-78 所示。

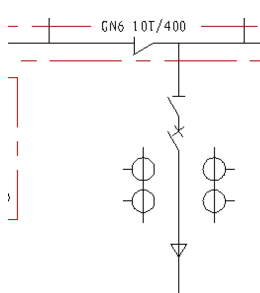


图 7-76　调整线路

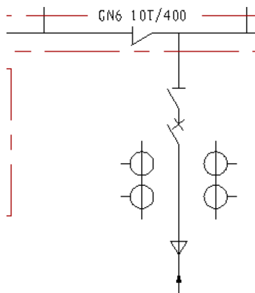


图 7-77　复制箭头

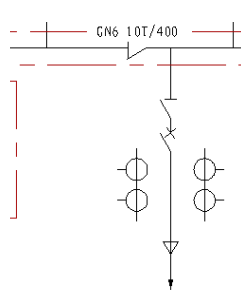


图 7-78　对称复制箭头

（6）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，从左边的图形中将一组文字与直线复制到线路左上边，效果如图 7-79 所示。

（7）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把直线和文字向下复制 3 份，效果如图 7-80 所示。

（8）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，从左边的图形中复制垂直的文字到线路左边，准备修改成其他文字，效果如图 7-81 所示。

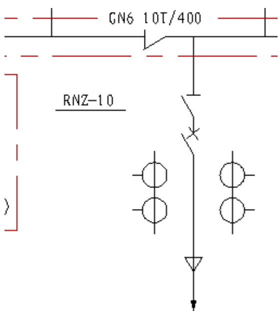


图 7-79　复制直线和文字

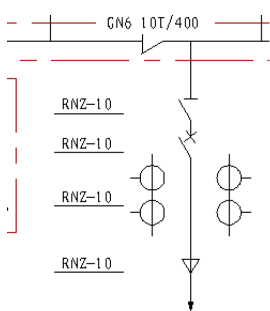


图 7-80　复制文字和直线

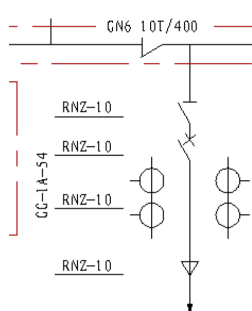


图 7-81　复制垂直的文字



（9）双击文字，在屏幕出现的“多行文字编辑器”面板中把文字改成如图 7-82 所示的文字。

（10）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制其他直线，准备绘制表格，效果如图 7-83 所示。

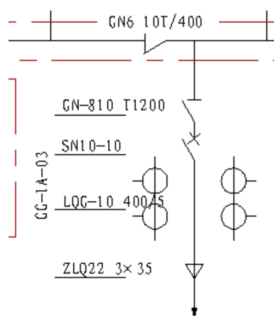


图 7-82　编辑文字

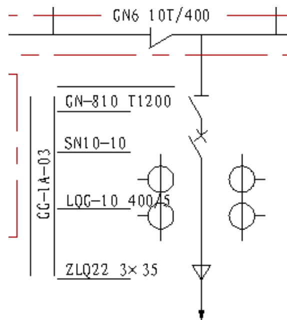


图 7-83　绘制直线

（11）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把直线组修改成如图 7-84 所示表格。

（12）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把电路适当向右移动，效果如图 7-85 所示。

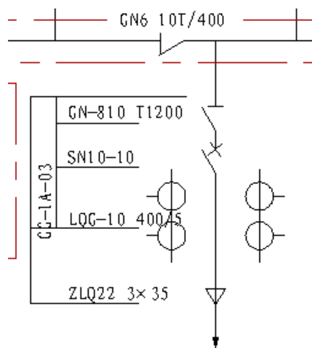


图 7-84　绘制表格

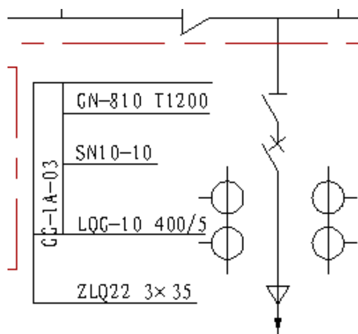


图 7-85　移动线路

（13）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制包含本电路的矩形，效果如图 7-86 所示。

（14）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮 A，在矩形上方标注本电路的文字代号，效果如图 7-87 所示。

（15）最后把矩形转换成“功能框”上使用的线型，效果如图 7-88 所示。

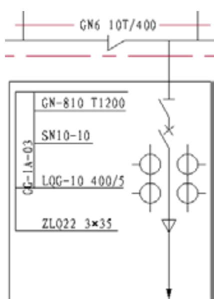


图 7-86　绘制矩形

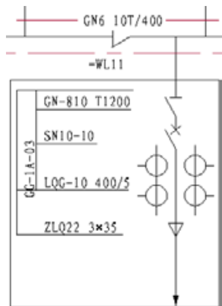


图 7-87　标注文字代号

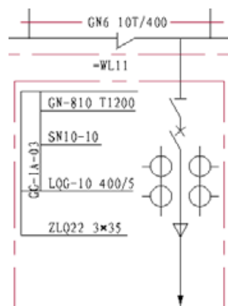


图 7-88　转换线型



7.1.5　开关柜 WL12 和 WL13

绘制步骤如下。

（1）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 7-89 虚线所示图形分别向右复制一份，并适当调整位置，效果如图 7-90 所示。

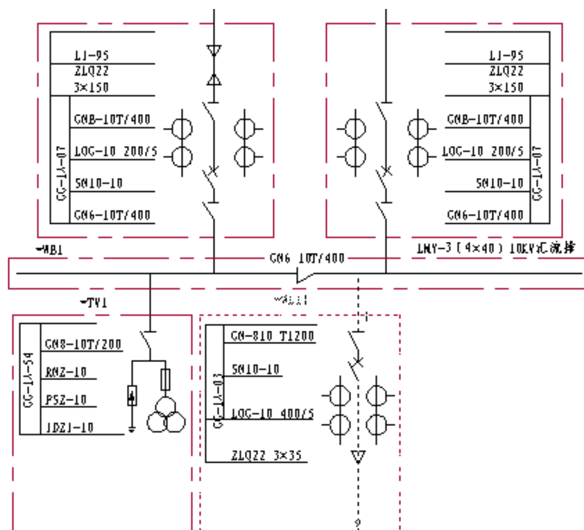


图 7-89　指示复制的图形

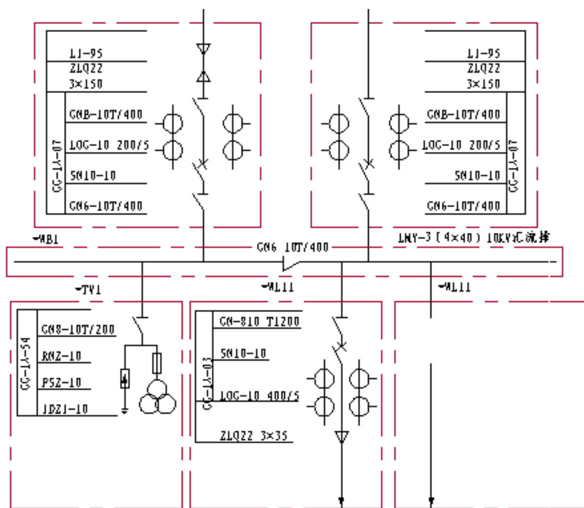


图 7-90　复制图形

（2）局部放大新电路，预备下一步操作，效果如图 7-91 所示。

（3）双击本电路的文字代号，在“多行文字编辑器”面板中进行修改，效果如图 7-92 所示。

（4）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把矩形向左适当缩短，效果如图 7-93 所示。



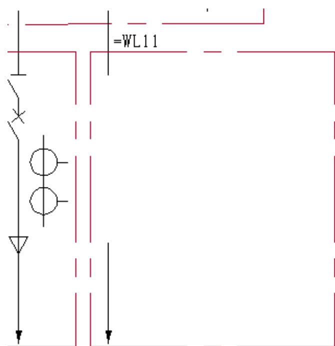


图 7-91　局部放大

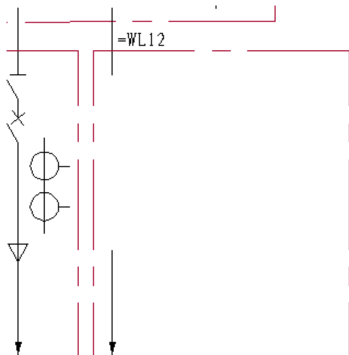


图 7-92　修改文字

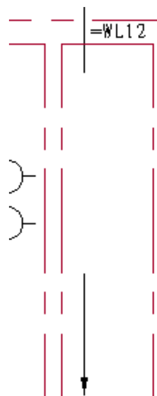


图 7-93　适当缩短矩形

（5）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在矩形中标注文字，表示本电路的电路图与左边线路相同，效果如图 7-94 所示。

（6）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把电路的所有内容向右复制一份，形成新线路，效果如图 7-95 所示。

（7）双击文字，在屏幕出现的“多行文字编辑器”面板中修改新电路的文字代号，效果如图 7-96 箭头所示。

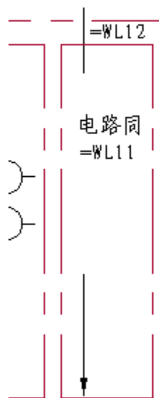


图 7-94　标注文字

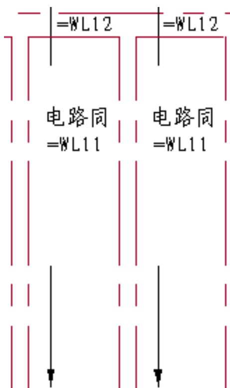


图 7-95　复制线路

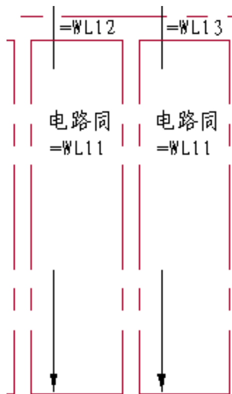


图 7-96　修改文字

（8）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把左边第 2 条电路的所有内容向右复制一份，形成新线路，效果如图 7-97 所示。

（9）修改开关的类型，添加一个断路器。单击“实用程序”面板中的“窗口”命令按钮，局部放大如图 7-98 光标所示图形，预备下一步操作，效果如图 7-99 所示。

（10）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除交叉的斜线，效果如图 7-100 所示。

（11）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以横线的终点为复制基准点，以图 7-101 所示的端点为复制目标点，把横线向下复制一份，效果如图 7-102 所示。

（12）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 7-103 虚线和光标所示直线之间倒圆角，圆角半径为 0，效果如图 7-104 所示。

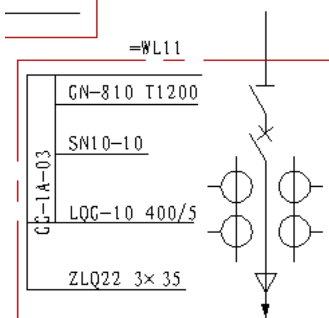


图 7-97　复制线路

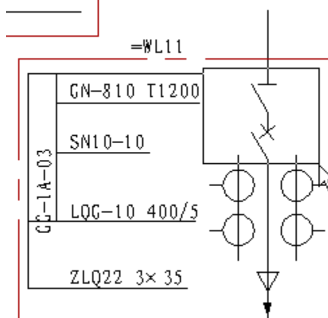
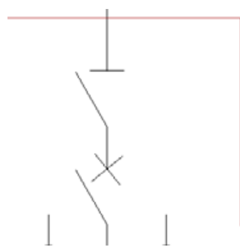
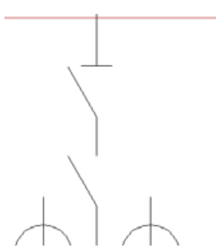
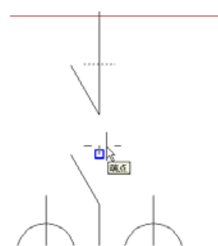
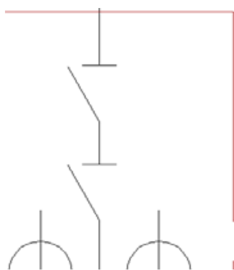


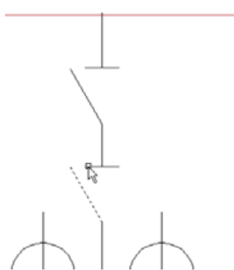
图 7-98　选择图形

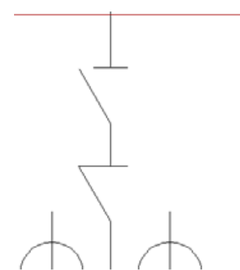

图 7-99　局部放大


图 7-100　删除斜线

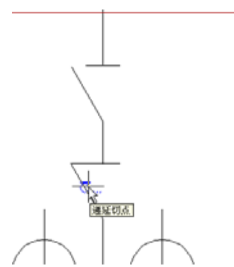

图 7-101　捕捉端点

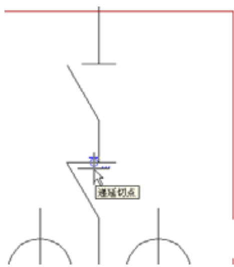

图 7-102　复制直线

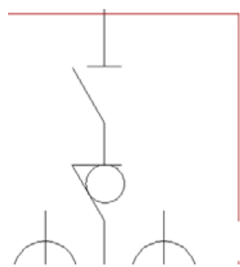

图 7-103　捕捉线头


图 7-104　连接线头

（13）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制切点在如图 7-105 和图 7-106 所示位置的ϕ2 圆，效果如图 7-107 所示。


图 7-105　捕捉一个切点


图 7-106　捕捉另一个切点


图 7-107　绘制圆



（14）单击“实用程序”面板中的“上一个”命令按钮，恢复视图，效果如图 7-108 所示。

（15）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，从左边复制一个用作熔断器的矩形到线路上，效果如图 7-109 所示。

（16）综合使用“拉伸”命令按钮、“移动”命令按钮和“复制”命令按钮，适当调整图形，使其整齐紧凑，效果如图 7-110 所示。

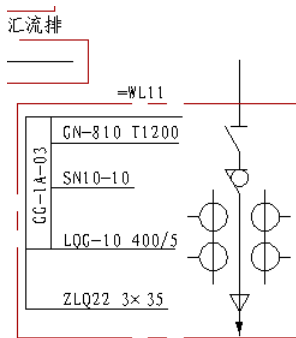


图 7-108　恢复视图

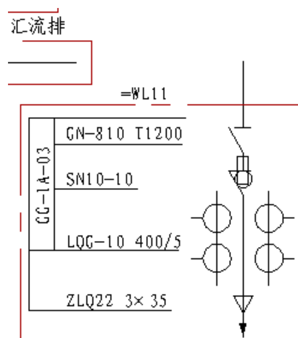


图 7-109　复制矩形

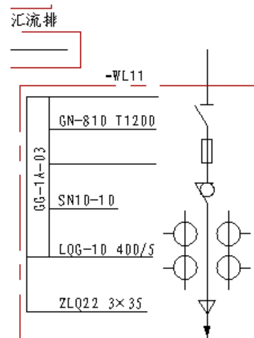


图 7-110　调整图形

（17）双击文字，在屏幕出现的“多行文字编辑器”面板中按如图 7-111 所示修改文字。

（18）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，从左边复制一组简化线路到右边，效果如图 7-112 所示。

（19）双击文字，在屏幕出现的“多行文字编辑器”面板中修改新线路的文字代号，效果如图 7-113 所示。

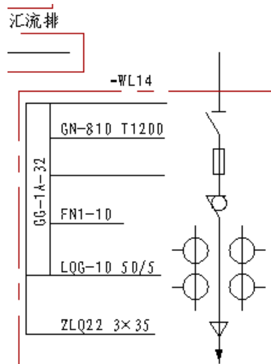


图 7-111　修改文字

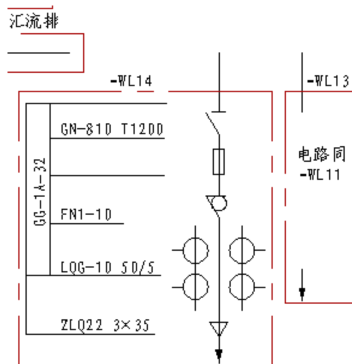


图 7-112　复制简化线路

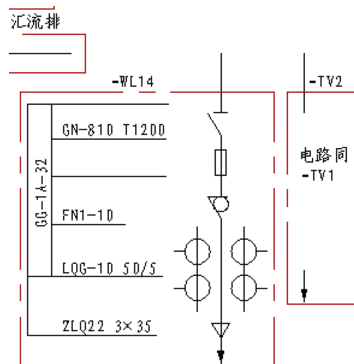


图 7-113　修改线路代号

（20）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，拉伸如图 7-114 虚线所示图形，以图 7-114 所示端点为起点，以简化线路的上端点为终点，效果如图 7-115 所示。

（21）在“菜单浏览器”中选择“视图”→“三维视图”→“俯视”菜单命令，显示全部图形，效果如图 7-116 所示。

图 7-114　捕捉端点

图 7-115　拉伸图形

图 7-116　显示全部图形

（22）综合使用“拉伸”命令按钮和“移动”命令按钮适当调整图形，使其整齐紧凑，效果如图 7-117 所示。

图 7-117　调整图形



（23）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在两条高压进线上标注参数和线路代号，效果如图 7-118 所示。

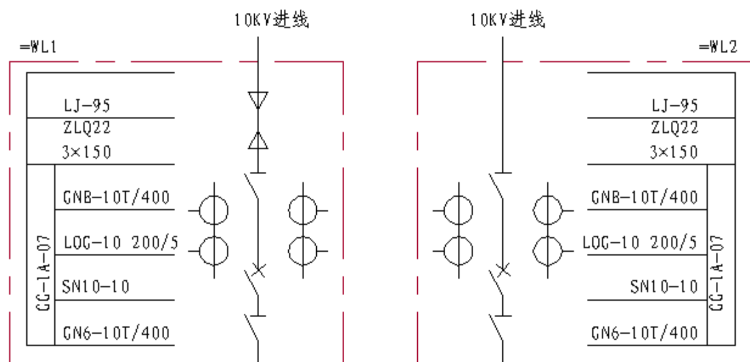


图 7-118　标注进线文字

（24）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注各条出线的目的地，效果如图 7-119 所示。

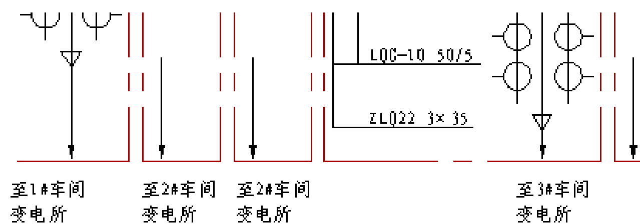


图 7-119　标注出线目的地

（25）在“菜单浏览器”中选择“视图”→“三维视图”→“俯视”菜单命令，显示最后的图形，效果如图 7-120 所示。

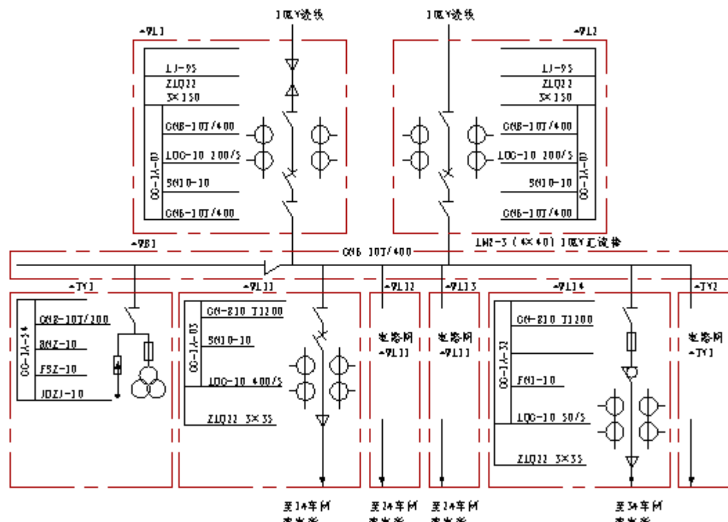


图 7-120　最后的图形

1 2 3 4 5 6 第 7 章 8 9 附录

7.2 车间配电干线



制作思路

动力电从变电站出来之后即可输送到各个用电车间。动力电在工厂内的输送与大区域输送高压电类似，是通过架空线缆或者埋地电缆输送的。本例先绘制配电柜与接线，然后标注各条线路的型号。

绘制步骤如下。

（1）首先绘制主配电箱。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 5×20 的矩形，效果如图 7-121 所示。

（2）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把矩形 5×20 向右复制一份，复制距离为 5，效果如图 7-122 所示。

（3）绘制二级配电箱。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 2×10 的矩形，效果如图 7-123 所示。

（4）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把矩形 2×10 向右复制一份，复制距离为 2，效果如图 7-124 所示。



图 7-121　绘制矩形

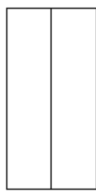


图 7-122　复制矩形

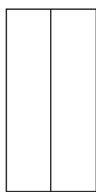


图 7-123　绘制矩形

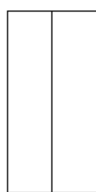


图 7-124　复制矩形

（5）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把两个矩形 2×10 复制 4 份，位置适当即可，效果如图 7-125 所示。

（6）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，按如图 7-126 所示绘制配电箱和配电柜之间的连线。



图 7-125　复制两个矩形

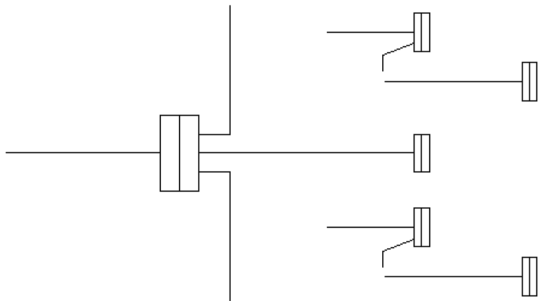


图 7-126　绘制连线

（7）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，以倒圆角（圆角半径为 0）的方式修



整连线，效果如图 7-127 所示。

（8）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注配电箱和配电柜的编号，效果如图 7-128 所示。

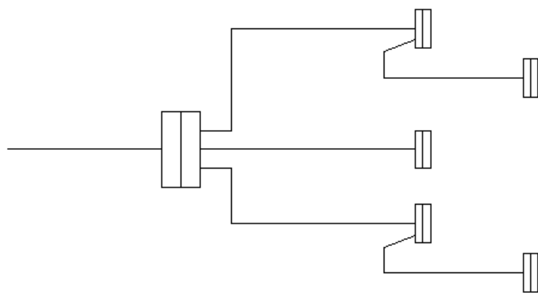


图 7-127　修整连线

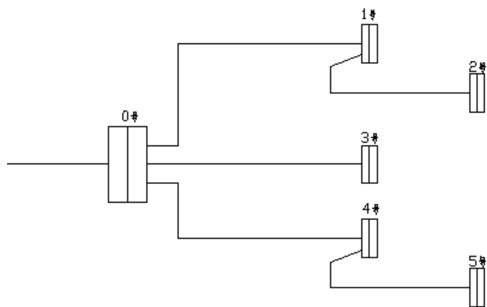


图 7-128　标注编号

（9）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，书写配电柜入线的型号“0–VLV 3×185+1×70”，效果如图 7-129 所示。

（10）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，在导线下方书写配电柜入线的型号“K”，效果如图 7-130 所示。

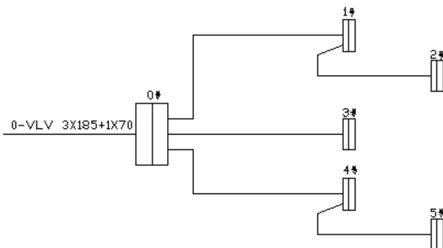


图 7-129　标注配电柜入线型号

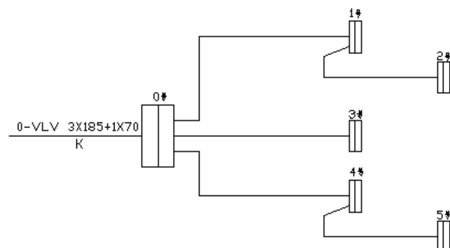


图 7-130　补写“K”

（11）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注配电柜和 1 号配电箱之间连线的型号“1–BLX–3×70+1×35”和“K”，效果如图 7-131 所示。

（12）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注 3 号配电箱入线的型号“2–BLX–3×95”和“K”，效果如图 7-132 所示。

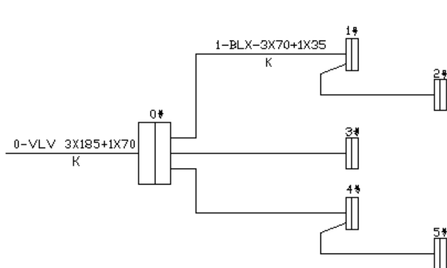


图 7-131　标注 1 号配电箱入线的型号

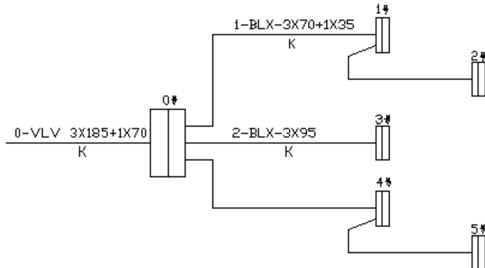


图 7-132　标注 3 号配电箱入线的型号

（13）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注 4 号配电箱入线的型号

“3–BLX–3×120+1×50”和“K”，效果如图 7-133 所示。

（14）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注 5 号配电箱入线的型号“4–BLX–3×50”和“K”，效果如图 7-134 所示。

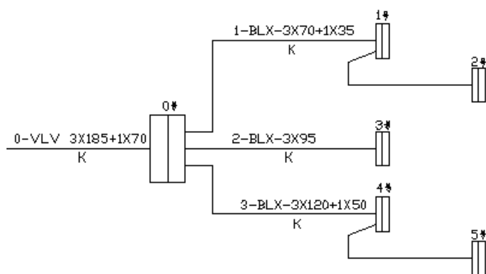


图 7-133 书写 4 号配电箱入线的型号

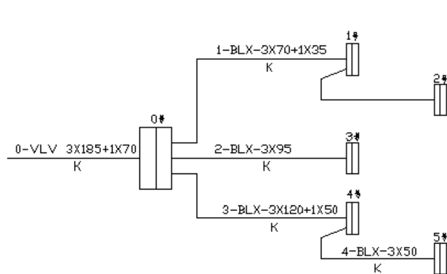


图 7-134 书写 5 号配电箱入线的型号

（15）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注配电柜输入电源的参数“3N”和“380/220V”，效果如图 7-135 所示。

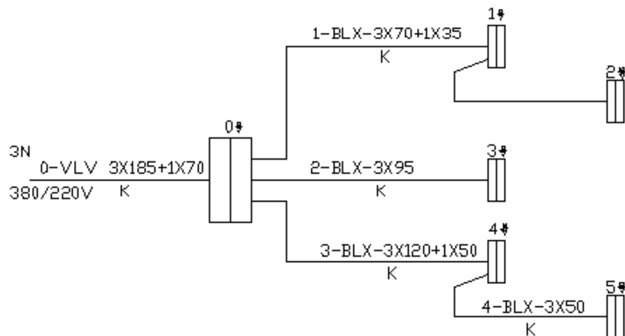


图 7-135 书写配电柜输入电源的参数

7.3 车间动力平面布置图



制作思路

动力线进入车间后，一般是沿墙壁布置线路，再输送给各台机床使用。因此应该在车间建筑平面图中绘制车间动力平面布置图。本例先简单绘制建筑平面图，然后绘制电气图，最后标注电气图。

7.3.1 轴线与墙线

绘制步骤如下。

（1）绘制轴线。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制长度为 60 的水平直线，然后单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把该直线向上边偏移复制两份，复制距离分别为 90 和 190，效果如图 7-136 所示。



（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制长度为 40 的垂直直线，效果如图 7-137 所示。

（3）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把垂直直线向左边偏移复制 3 份，复制距离分别为 80、400 和 480，效果如图 7-138 所示。





图 7-136　绘制并偏移水平直线　　图 7-137　绘制垂直直线　　图 7-138　偏移垂直直线

（4）选择“格式”→“标注样式”菜单命令，打开“标注样式管理器”对话框，单击“修改”按钮，弹出“修改标注样式：ISO-25”对话框，单击“主单位”标签，在“主单位”选项卡中把“比例因子”修改为“100”，如图 7-139 所示。

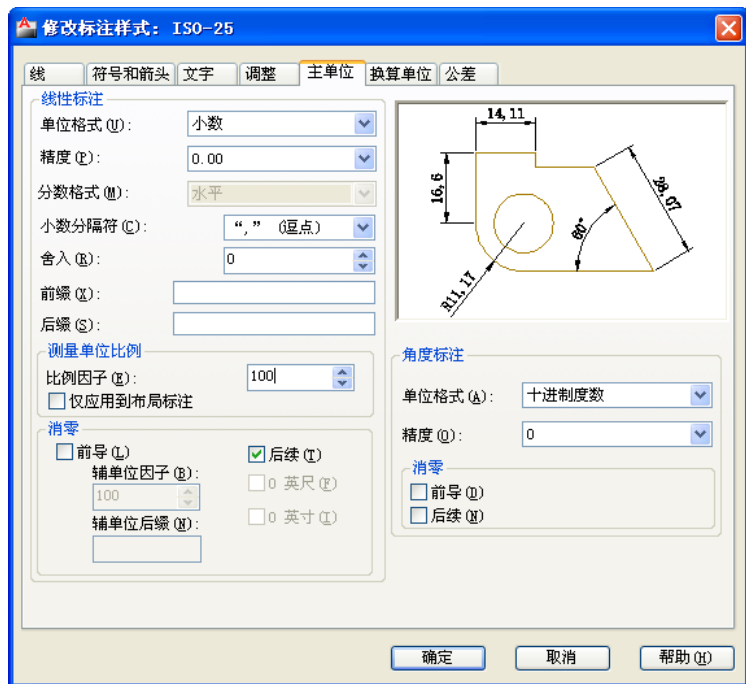


图 7-139　修改标注比例

（5）单击“注释”面板中的“线性”标注命令按钮，标注轴线之间的距离，效果如图 7-140 所示。

（6）绘制外墙线。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在最左边垂直轴线和最上边水平轴线之间交点，终点在右边第 2 条垂直轴线和最下边水平轴线之间交点的矩形，效果如图 7-141 所示。



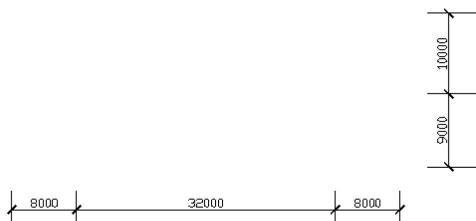


图 7-140　标注轴线距离

（7）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把矩形向里边偏移复制一份，复制距离为 5，效果如图 7-142 所示。

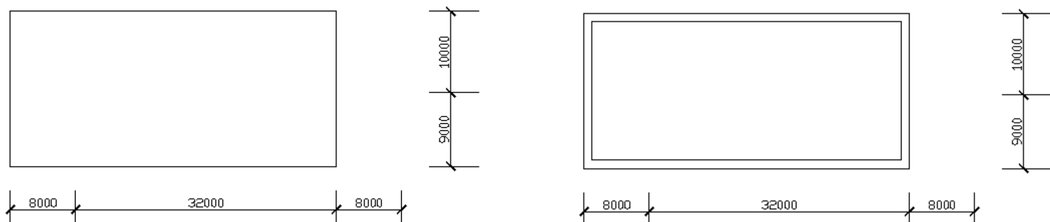


图 7-141　绘制矩形　　　　图 7-142　偏移复制矩形

（8）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 7-143 所示交点，终点在最右边垂直轴线和中间水平轴线之间交点的矩形，效果如图 7-144 所示。

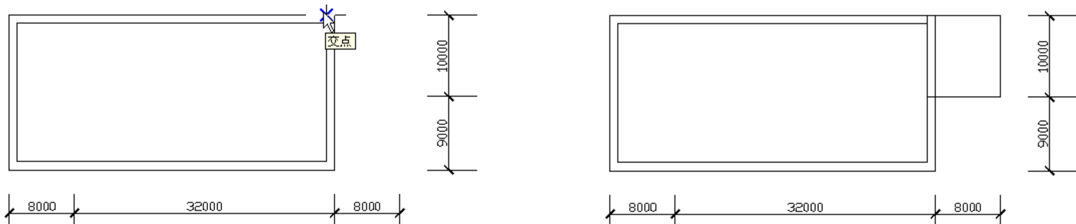


图 7-143　捕捉交点　　　　图 7-144　绘制小矩形

（9）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把矩形向里边偏移复制一份，复制距离为 5，效果如图 7-145 所示。

（10）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 7-146 所示左边第 2 根垂直轴线与矩形交点的尺寸为-5×190 的矩形，效果如图 7-147 所示。

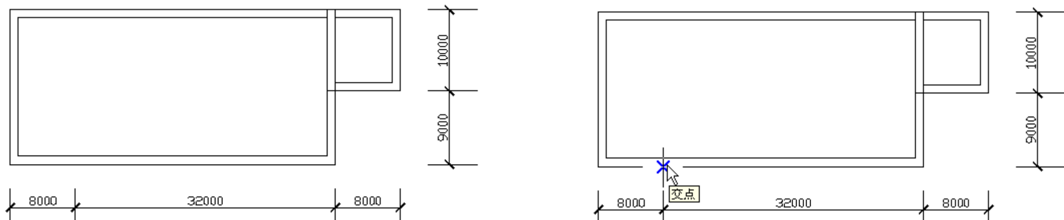


图 7-145　偏移复制小矩形　　　　图 7-146　捕捉交点



（11）绘制门洞。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 30×20 的矩形，效果如图 7-148 所示。

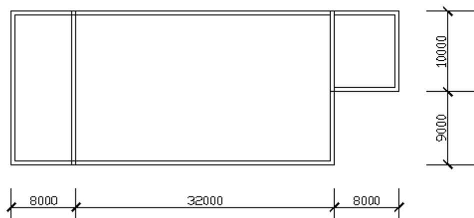


图 7-147　绘制矩形

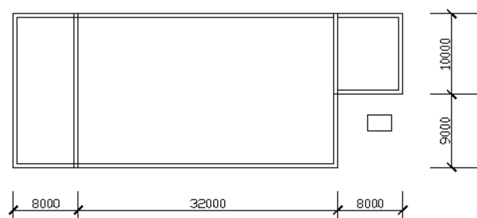


图 7-148　绘制矩形

（12）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 30×20 以其下边中点为移动基准点，以图 7-149 所示中点为移动目标点进行移动，效果如图 7-150 所示。

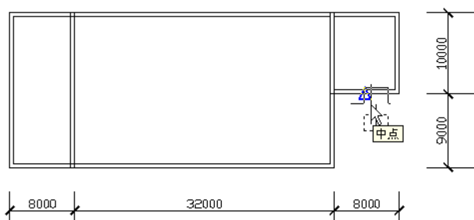


图 7-149　捕捉中点

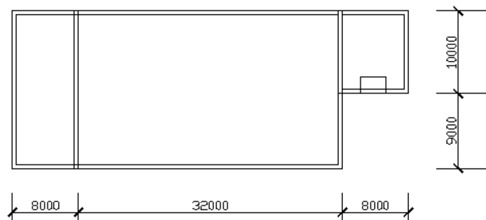


图 7-150　移动矩形

（13）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以下边中点为复制基准点，以图 7-151 光标指示的中点为复制目标点，把矩形 30×20 向右复制一份，效果如图 7-152 所示。

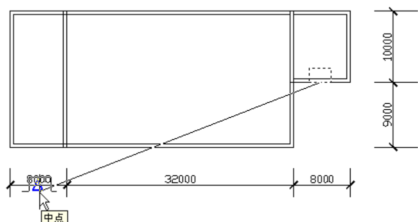


图 7-151　捕捉尺寸线的中点

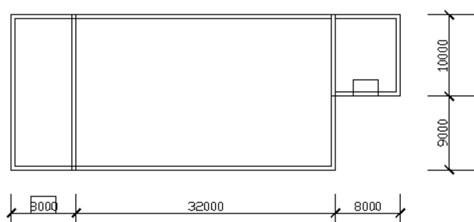


图 7-152　复制矩形

（14）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把左边的矩形 30×20 以其下边中点为移动基准点，以图 7-153 所示垂足为移动目标点进行移动，效果如图 7-154 所示。

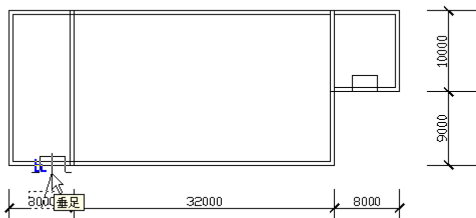


图 7-153　捕捉垂足

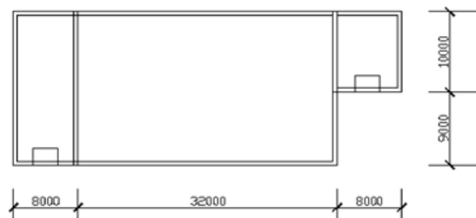


图 7-154　移动复制的矩形

（15）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把右边的矩形 30×20 向上复制一份，然后单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，把它旋转 90°，效果如图 7-155 所示。

（16）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把旋转的矩形 30×20 以其右边中点为移动基准点，以图 7-156 所示中点为移动目标点进行移动，效果如图 7-157 所示。

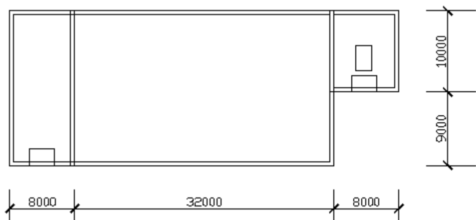


图 7-155　复制并旋转矩形

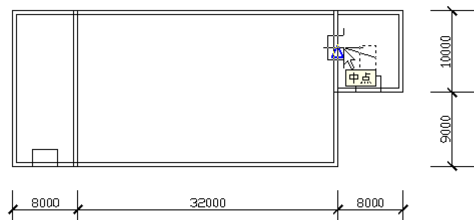


图 7-156　捕捉中点

（17）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以墙线为被修剪边，以 3 个矩形 30×20 为修剪边修剪出门洞，结果如图 7-158 所示。

（18）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以墙线本身为被修剪边，修剪掉墙线内的线头，结果如图 7-159 所示。

（19）绘制窗线。单击“修改”面板中的“分解”命令按钮，把墙线分解成直线。

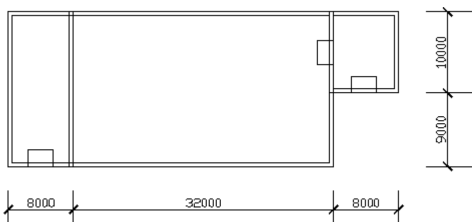


图 7-157　移动旋转的矩形

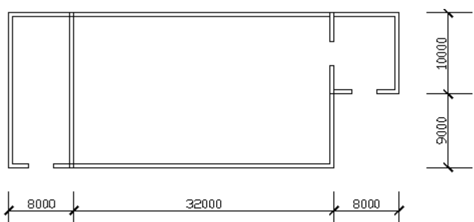


图 7-158　修剪出门洞

（20）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 60×5 的矩形，效果如图 7-160 所示。

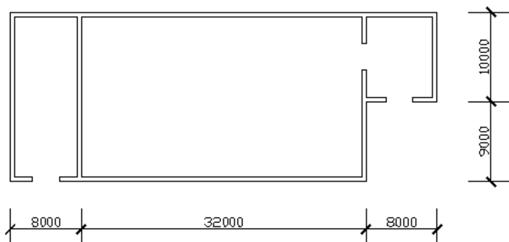


图 7-159　修剪掉墙线内的线头

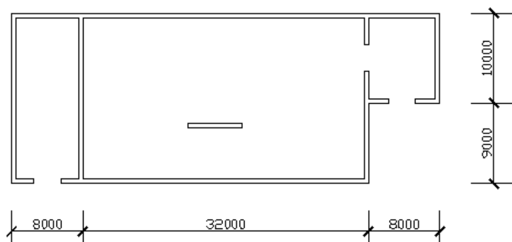


图 7-160　绘制矩形

（21）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制矩形 60×5 的左右两边中点的连线，效果如图 7-161 所示。

（22）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 60×5 和刚才绘制的中线以矩形 60×5 下底中点为移动基准点，以图 7-162 所示中点为移动目标点进行移动，效果如



图 7-163 所示。

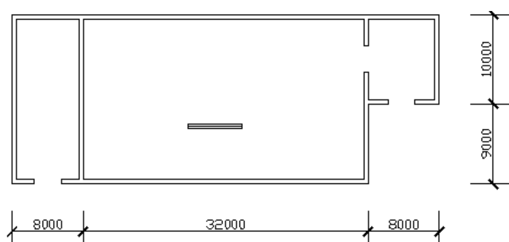


图 7-161　绘制中线

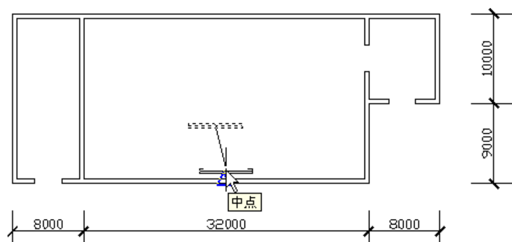


图 7-162　捕捉中点

（23）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把矩形 60×5 和中线向右复制一份，复制距离为 100，效果如图 7-164 所示。

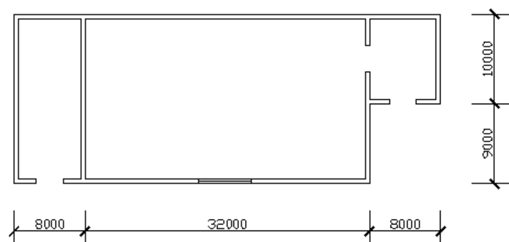


图 7-163　移动图形

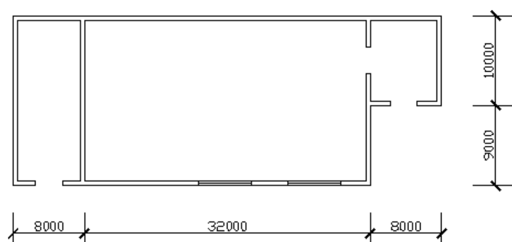


图 7-164　复制图形

（24）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把中间的窗洞图形向左复制一份，复制距离为 100，效果如图 7-165 所示。

（25）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 7-166 所示中点为复制基准点，以图 7-167 所示的中点为复制目标点，把 3 个窗洞图形向上复制一份，效果如图 7-168 所示。

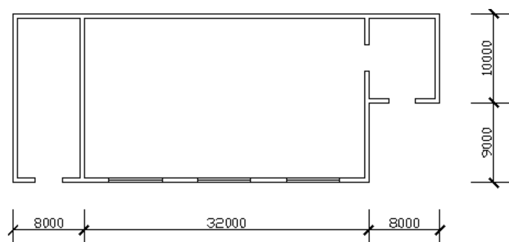


图 7-165　向左复制窗洞图形

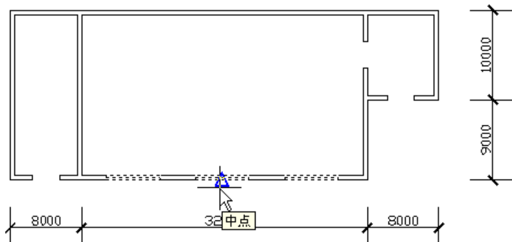


图 7-166　捕捉复制基准点

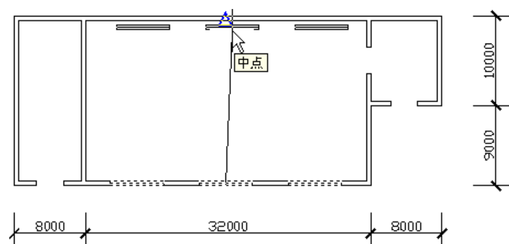


图 7-167　捕捉复制目标点

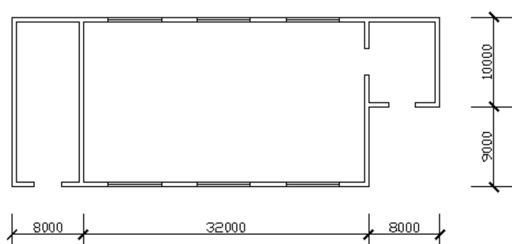


图 7-168　复制 3 个窗洞

（26）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以左下角窗洞下边中点为复制基准点，以图 7-169 和图 7-170 所示的中点为复制目标点，把该窗洞图形向上复制两份，效果如图 7-171 所示。

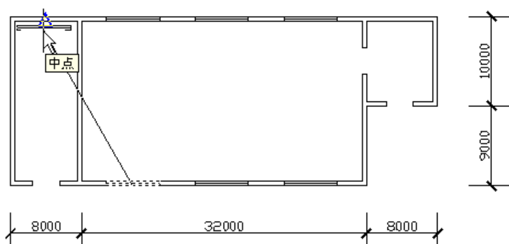


图 7-169　捕捉中点

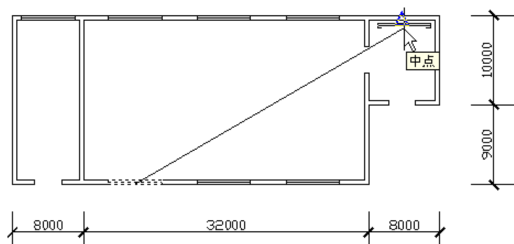


图 7-170　再次捕捉中点

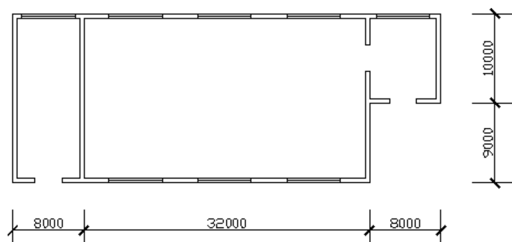


图 7-171　复制窗洞

7.3.2　配电设计

绘制步骤如下。

（1）在“图层”面板中单击“图层特性”命令按钮，设置如图 7-172 所示使用蓝色直线的“电气”图层，并单击“置为当前”按钮，将它置为当前图层。

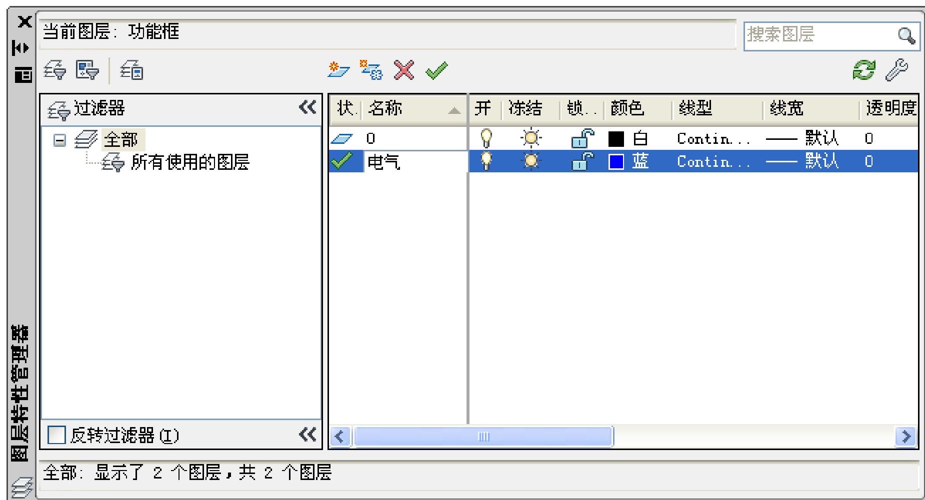


图 7-172　设置“电气”图层

（2）从以前绘制过的图形中粘贴一个配电箱图形进来，并把它设置在如图 7-173 所示的



位置上。

（3）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把配电箱图形向右复制两份，效果如图 7-174 所示。

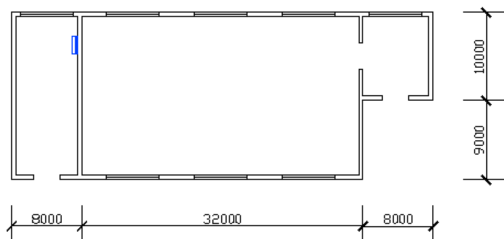


图 7-173　贴入配电箱

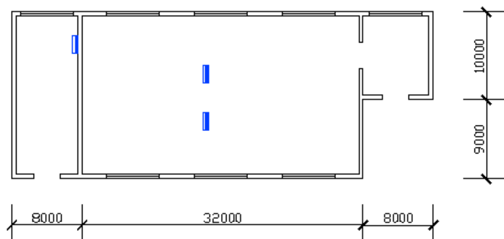


图 7-174　复制配电箱图形

（4）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，把复制得到的上边配电箱图形旋转 90°，下边配电箱图形旋转-90°，效果如图 7-175 所示。

（5）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把旋转后的配电箱图形复制一份。然后单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把配电箱图形分别移动到上下墙边，效果如图 7-176 所示。

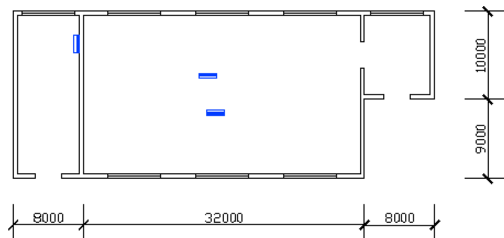


图 7-175　旋转图形

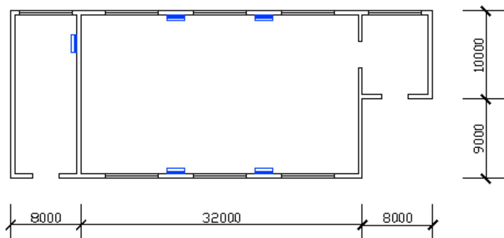


图 7-176　复制并移动图形

（6）绘制配电柜。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 10×20 的矩形，效果如图 7-177 所示。

（7）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 10×20 以其左边中点为移动基准点，以图 7-178 所示中点为移动目标点进行移动，效果如图 7-179 所示。

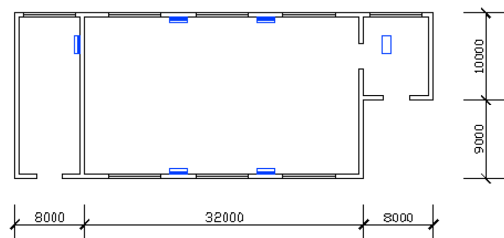


图 7-177　绘制配电柜

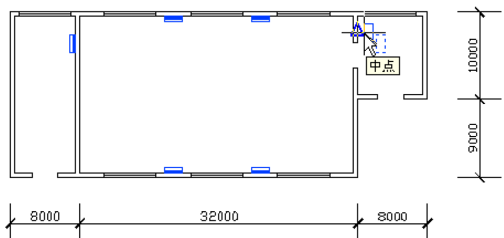


图 7-178　捕捉中点

（8）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，如图 7-180 所示绘制 15 个ϕ8 圆作为电动机符号。



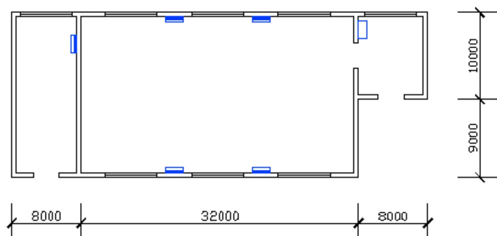


图 7-179　安装配电柜

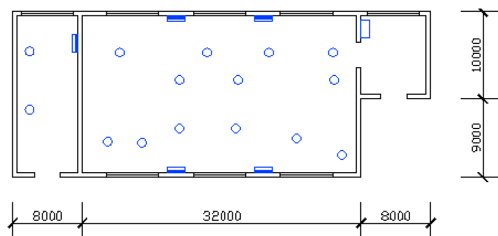


图 7-180　绘制电动机符号

（9）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制配电柜与配电箱之间、各个配电箱与电动机之间的连线，效果如图 7-181 所示。

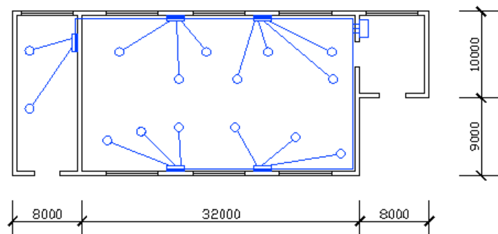


图 7-181　绘制连线

▷▷▷ 7.3.3　标注代号与型号

绘制步骤如下。

（1）在“图层”面板中单击“图层特性”命令按钮，设置如图 7-182 所示使用暗红色直线的“文字”图层，并单击“置为当前”按钮，将它置为当前图层。

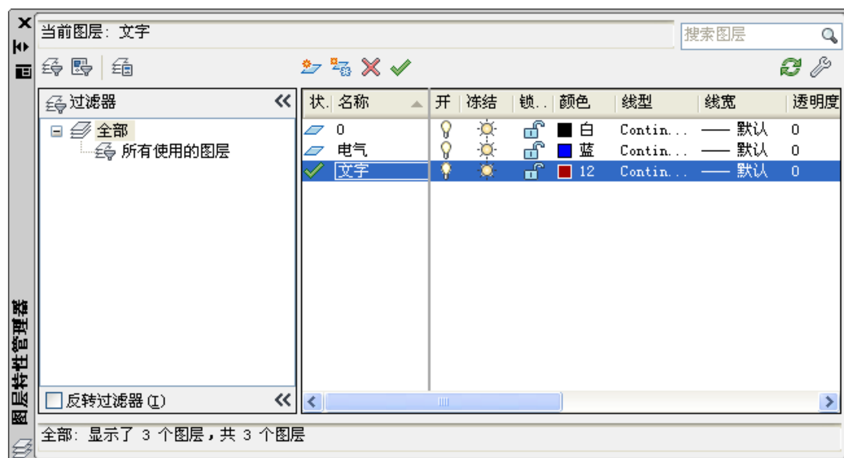


图 7-182　设置“文字”图层

（2）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注配电箱和配电柜的编号，效果如图 7-183 所示。



（3）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注左边工具间内两个电动机的编号“14Y/75”和“15Y/30”，效果如图 7-184 所示。

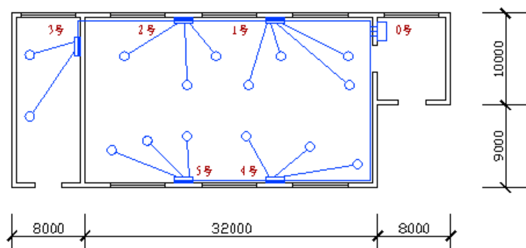


图 7-183　标注配电箱和配电柜的编号

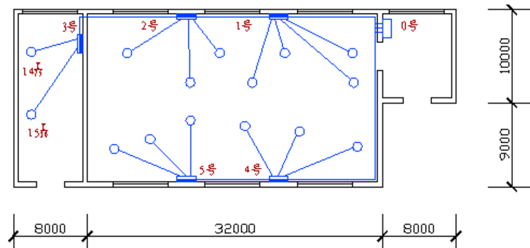


图 7-184　标注左边电动机的编号

（4）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注 2 号配电箱所属电动机的编号“7Y/5.5”、“6Y/4”和“5Y/4”，效果如图 7-185 所示。

（5）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注 1 号配电箱所属电动机的编号“4YR/40”、“3Y/4”、“2Y/4”和“1Y/5.5”，效果如图 7-186 所示。

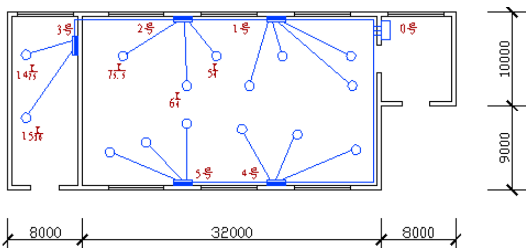


图 7-185　标注 2 号箱电动机的编号

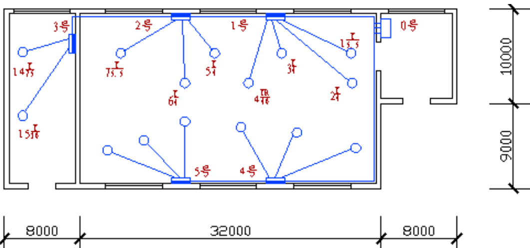


图 7-186　标注 1 号箱电动机的编号

（6）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注 5 号配电箱所属电动机的编号“13Y/3”、“12Y/10”和“11Y/55”，效果如图 7-187 所示。

（7）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注 4 号配电箱所属电动机的编号“10Y/55”、“9Y/4”和“8YR/30”，效果如图 7-188 所示。

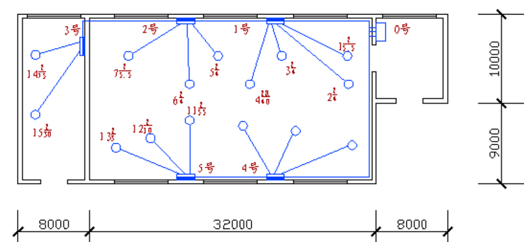


图 7-187　标注 5 号箱电动机的编号

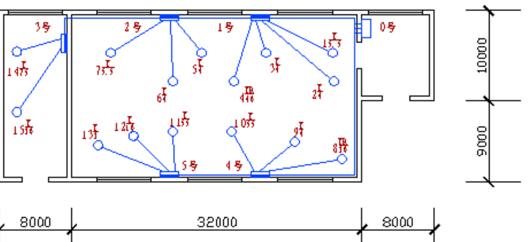


图 7-188　标注 4 号箱电动机的编号

（8）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注配电柜入线的型号“0–VLV 3×185+1×70”，效果如图 7-189 所示。

（9）单击“实用程序”面板中的“窗口”命令按钮，局部放大图形的右上角，预备下一步操作，效果如图 7-190 所示。

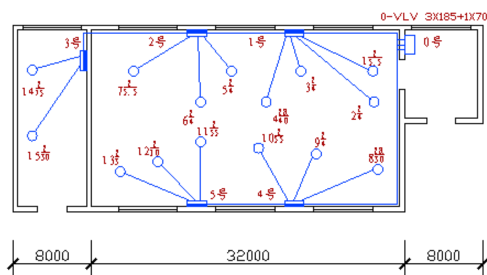


图 7-189　标注配电柜入线的型号

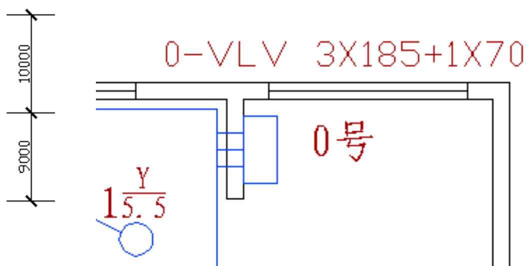


图 7-190　局部放大图形

（10）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制指向电缆的直线，效果如图 7-191 所示。

（11）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 7-192 所示的短直线。

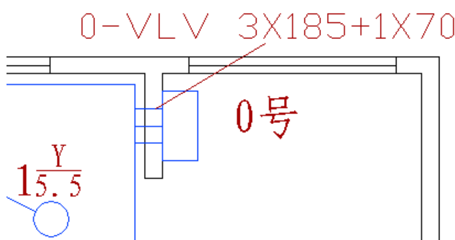


图 7-191　绘制指向电缆的直线

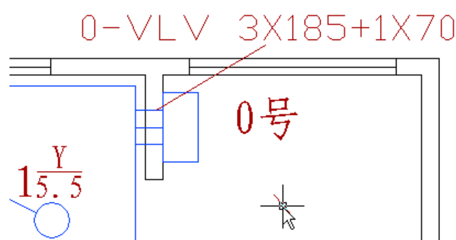


图 7-192　绘制短直线

（12）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把短直线以其中点为移动基准点，以图 7-193 所示端点为移动目标点进行移动，形成箭头，效果如图 7-194 所示。

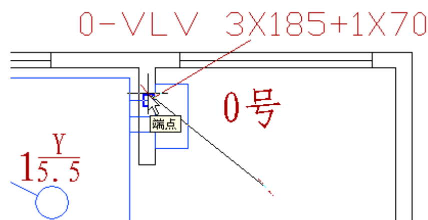


图 7-193　捕捉端点

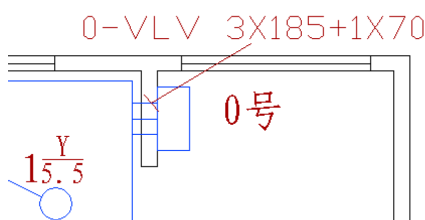


图 7-194　移动短直线

（13）单击“平移”命令按钮，把图形向右边移动，预备下一步操作，结果如图 7-195 所示。

（14）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注 1 号配电箱出线的型号“1–BLX–3×70+1×35–K”。结果如图 7-196 所示。

（15）参照上面绘制箭头的方法，绘制指向 1 号配电箱出线的箭头，结果如图 7-197 所示。

（16）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注 2 号配电箱出线的型号，结果如图 7-198 所示。

1
2
3
4
5
6
第 7 章
8
9
附录



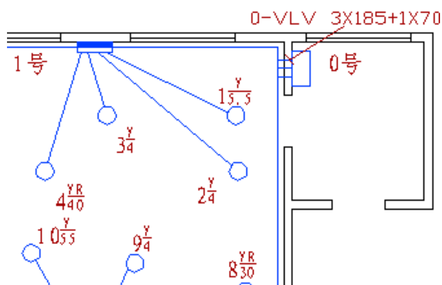


图 7-195　移动图形

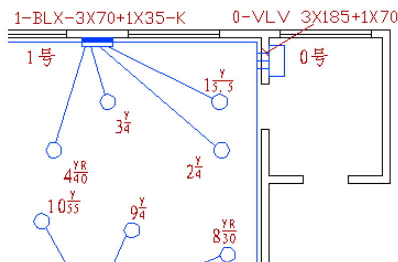


图 7-196　标注 1 号配电箱出线的型号

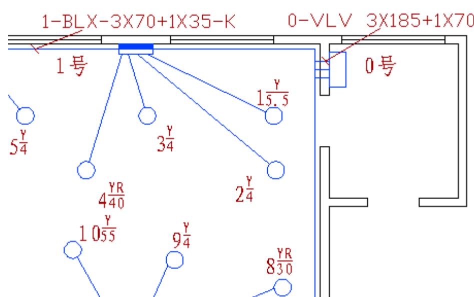


图 7-197　绘制箭头

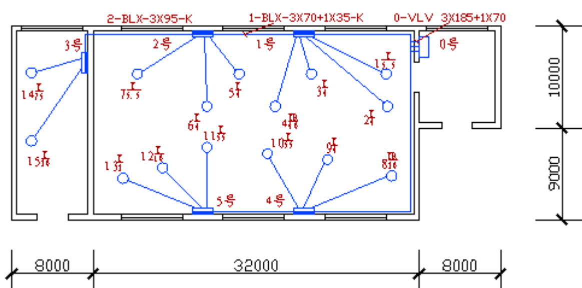


图 7-198　标注 2 号配电箱出线的型号

（17）参照上面绘制箭头的方法，绘制指向 2 号配电箱出线的箭头，结果如图 7-199 所示。

（18）参照上面标注电缆型号的方法和绘制箭头的方法，绘制指向 4 号配电箱入线的型号“3–BLX–3×120+1×50–K”和箭头，结果如图 7-200 所示。

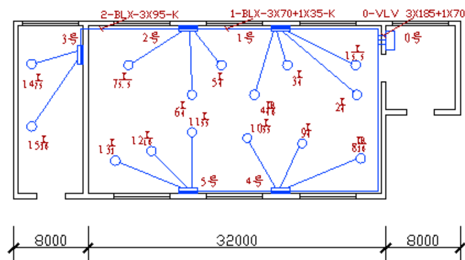


图 7-199　绘制 2 号箱出线的箭头

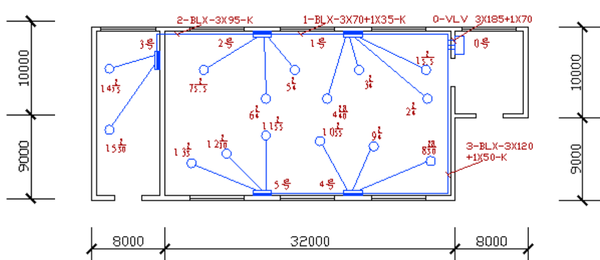


图 7-200　标注 4 号箱出线的型号和箭头

（19）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注 3 号配电箱与上边电动机连线的型号“BLX–3×70 SC50–FC”，然后使用“旋转”命令按钮和“移动”命令按钮使文字与连线一致，结果如图 7-201 所示。

（20）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注 3 号配电箱与上边电动机连线的型号“BLX–3×25SC32–FC”，然后使用“旋转”命令按钮和“移动”命令按钮，使文字与连线一致，结果如图 7-202 所示。

（21）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注 1 号配电箱与左边第一个电动机连线的型号“BV–3×35 SC32–FC”，然后使用“旋转”命令按钮和“移动”命令按



1
2
3
4
5
6
第 7 章
8
9
附录

钮使文字与连线一致，结果如图 7-203 所示。

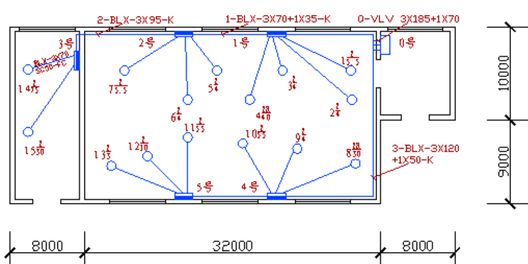


图 7-201　标注 3 号上边电动机连线的型号

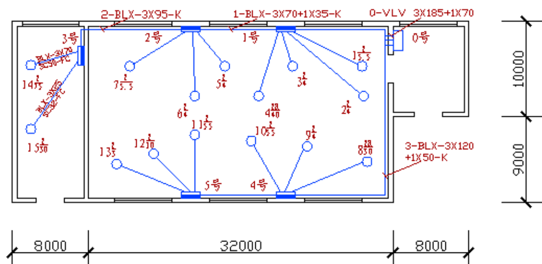


图 7-202　标注 3 号下边电动机连线的型号

（22）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注 5 号配电箱与右边第一个电动机连线的型号“BLX–3×50 SC40–FC”，然后使用“旋转”命令按钮和“移动”命令按钮使文字与连线一致，结果如图 7-204 所示。

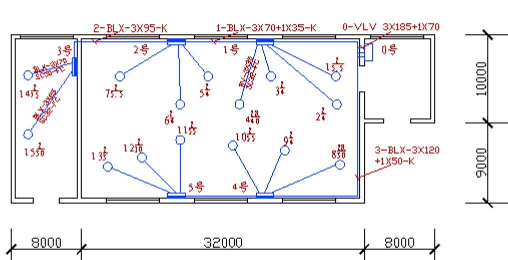


图 7-203　标注 1 号箱左边第一条连线的型号

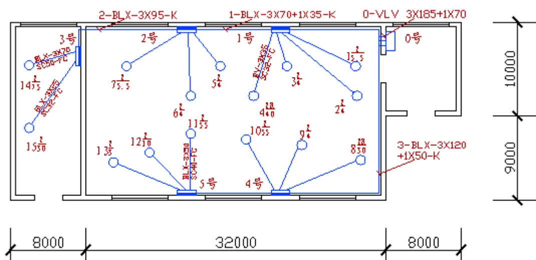


图 7-204　标注 5 号箱右边第一条连线的型号

（23）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注 4 号配电箱与左边第一个电动机连线的型号“BLX–3×50 SC40–FC”，然后使用“旋转”命令按钮和“移动”命令按钮使文字与连线一致，结果如图 7-205 所示。

（24）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注 4 号配电箱与右边第一个电机连线的型号“BLX–3×25 SC32–FC”，然后使用“旋转”命令按钮和“移动”命令按钮使文字与连线一致，结果如图 7-206 所示。

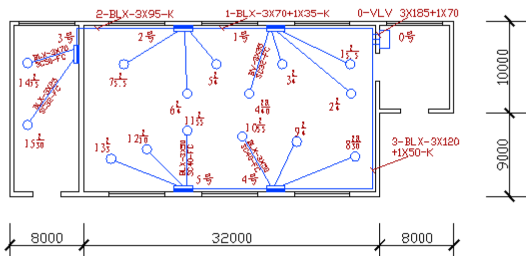


图 7-205　标注 4 号箱左边第一条连线的型号

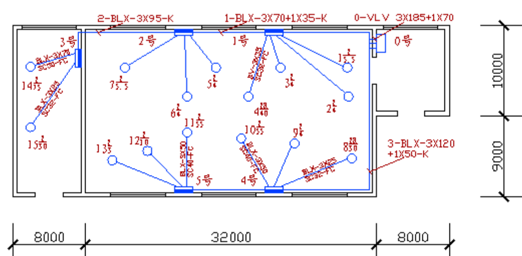


图 7-206　标注 4 号箱右边第一条连线的型号

（25）如图 7-207 所示，在“图层”面板中的“图层控制”下拉列表框中选择“0”图层，将其置为当前图层。





图 7-207　选择图层

（26）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 30×30 的矩形，效果如图 7-208 所示。

（27）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形 30×30 以其左边中点为移动基准点，以图 7-209 所示中点为移动目标点进行移动，效果如图 7-210 所示。

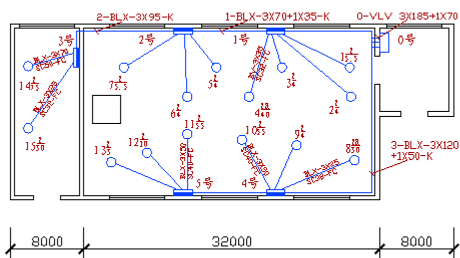


图 7-208　绘制矩形

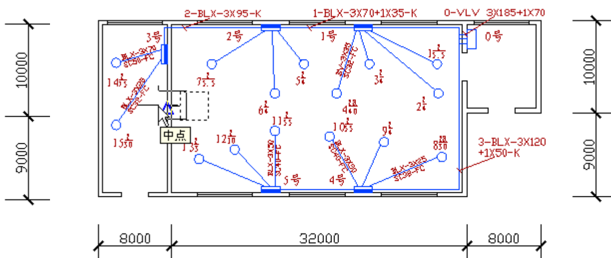


图 7-209　捕捉中点

（28）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，使用矩形 30×30 修剪出里面的门洞，结果如图 7-211 所示。

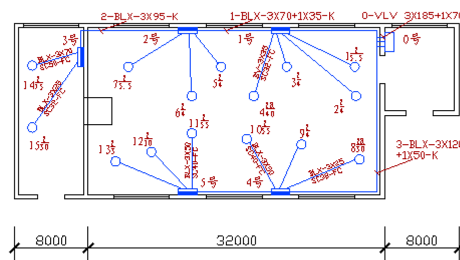


图 7-210　移动矩形

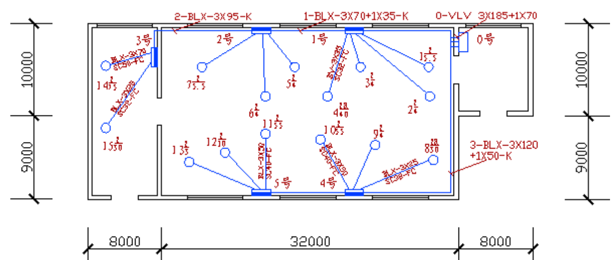


图 7-211　修剪出里面的门洞

7.4　配电箱配电系统图



制作思路

单个配电箱所服务的用电设备数量少，配电系统图比较简单，甚至可以把它与表格结合在一起绘制，更加清晰地表明设计意图。本例首先绘制表格，然后绘制电气图，最后标注电气图即可。

7.4.1 设计表格

绘制步骤如下。

（1）表格由一组矩形组成。单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 25×20 的矩形，效果如图 7-212 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在矩形 25×20 右下角点的尺寸为 12×20 的矩形，效果如图 7-213 所示。

（3）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在矩形 12×20 右下角点的尺寸为 18×20 的矩形，效果如图 7-214 所示。



图 7-212 绘制矩形

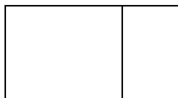


图 7-213 绘制矩形

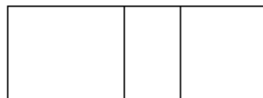


图 7-214 绘制矩形

（4）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在矩形 18×20 右下角点的尺寸为 38×20 的矩形，效果如图 7-215 所示。

（5）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在矩形 38×20 右下角点的尺寸为 15×20 的矩形，效果如图 7-216 所示。

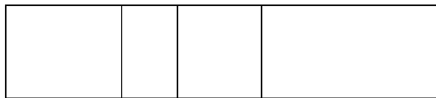


图 7-215 绘制矩形

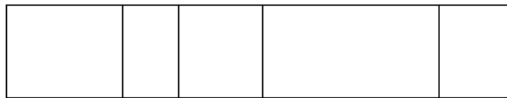


图 7-216 绘制矩形

（6）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在矩形 15×20 右下角点的尺寸为 38×20 的矩形，效果如图 7-217 所示。



图 7-217 绘制矩形

（7）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在矩形 38×20 右下角点的尺寸为 8×20 的矩形，效果如图 7-218 所示。



图 7-218 绘制矩形

（8）单击“修改”面板中的“分解”命令按钮，把如图 7-219 所示矩形 18×20 分解成 4 条直线。





图 7-219　指示矩形

（9）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，屏幕出现如图 7-220 所示的“阵列”对话框，填好各项数值，把矩形 18×20 分解后得到的下边向上阵列 4 行，行距为 5，效果如图 7-221 所示。

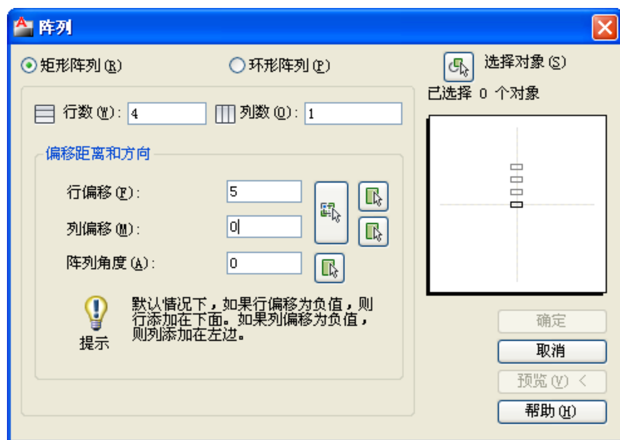


图 7-220　“阵列”对话框

（10）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以图 7-222 虚线所示矩形为延伸边界线，延伸光标捕捉的直线，效果如图 7-223 所示。



图 7-221　阵列直线



图 7-222　指示直线

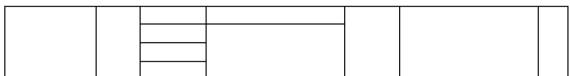


图 7-223　延伸直线

（11）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 7-224 所示交点的尺寸为 8.5×(−15)的矩形，效果如图 7-225 所示。

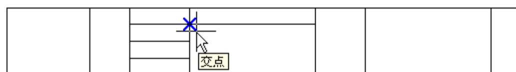


图 7-224　捕捉交点

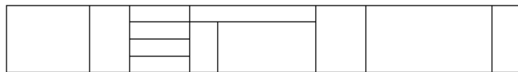


图 7-225　绘制矩形

（12）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以矩形 8.5×(−15)右上角点为复制基

准点，以图 7-226 所示的端点为复制目标点，把矩形 8.5×(−15)向右复制一份，效果如图 7-227 所示。



图 7-226　捕捉端点

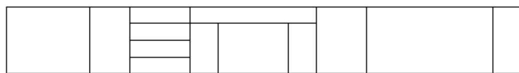


图 7-227　复制矩形

（13）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 7-228 所示中点，终点在如图 7-229 所示中点的直线，效果如图 7-230 所示。

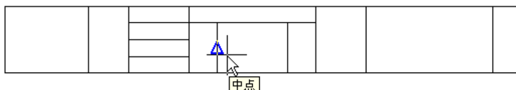


图 7-228　捕捉起点

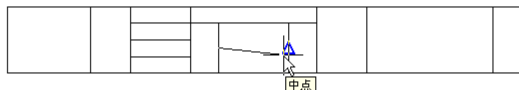


图 7-229　捕捉终点

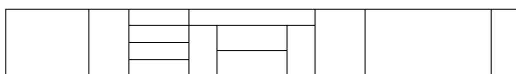


图 7-230　绘制直线

（14）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 7-231 所示直线虚拟延伸到如图 7-232 所示的交点，终点在虚拟延伸到如图 7-233 所示交点的直线，效果如图 7-234 所示。



图 7-231　指示直线

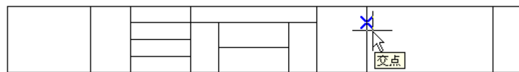


图 7-232　确定直线的起点

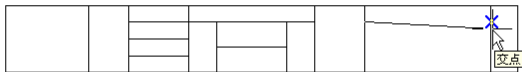


图 7-233　确定直线的终点

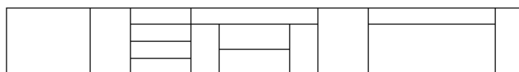


图 7-234　绘制直线

（15）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 7-235 所示矩形 8.5×(−15)左上端点为复制基准点，步骤 14 绘制的直线左端点为复制目标点，把矩形 8.5×(−15)向右复制一份，效果如图 7-236 所示。

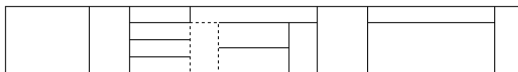


图 7-235　指示矩形

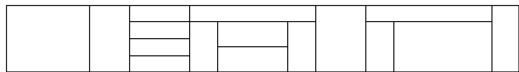


图 7-236　复制矩形

（16）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，把矩形 8.5×(−15)向右阵列两个，阵列距离为 8.5，效果如图 7-237 所示。

（17）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 7-238 所示中点，

终点在如图 7-239 所示垂足的直线，效果如图 7-240 所示。

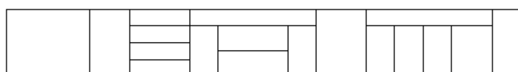


图 7-237　阵列矩形

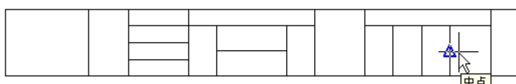


图 7-238　捕捉起点

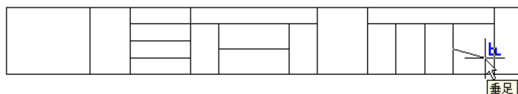


图 7-239　捕捉垂足

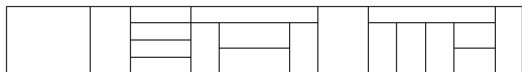


图 7-240　绘制直线

（18）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 7-241 所示直线虚拟延伸到如图 7-242 所示的交点，终点在如图 7-243 所示垂足的直线，效果如图 7-244 所示。

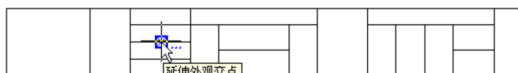


图 7-241　指示直线

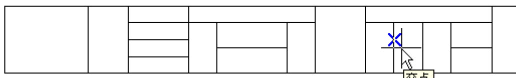


图 7-242　捕捉交点

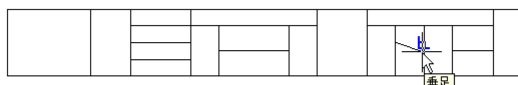


图 7-243　捕捉垂足

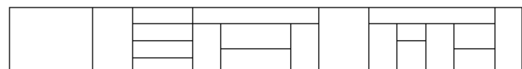


图 7-244　绘制直线

（19）单击“修改”面板中的“分解”命令按钮，把所有矩形分解成直线。

（20）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，在表格中书写如图 7-245 所示的文字。

电源进线	刀开关	熔断器额定电流（A）	配电线路			控制设备	用电设备				备注号
		熔体额定电流（A）	计算电流（A）	导线型号规格	线路编号		符号	型号	名称	安装位置编号	
				穿线管规格				功率（kW）		设备编号	

图 7-245　标注文字

（21）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，调整表格，使之与文字相适应，效果如图 7-246 所示。

电源进线	刀开关	熔断器额定电流（A）	配电线路			控制设备	用电设备				备注号
		熔体额定电流（A）	计算电流（A）	导线型号规格	线路编号		符号	型号	名称	安装位置编号	
				穿线管规格				功率（kW）		设备编号	

图 7-246　调整图形

7.4.2 绘制电气图

绘制步骤如下。

（1）从以前绘制的图形中复制如图 7-247 所示电气符号。

电源进线	刀开关	熔断器额定电流（A）	配电线路			控制设备	用电设备				备注
		熔体额定电流（A）	计算电流（A）	导线型号规格	线路编号		符号	型号	名称	安装位置编号	
				穿线管规格				功率（kW）		设备编号	

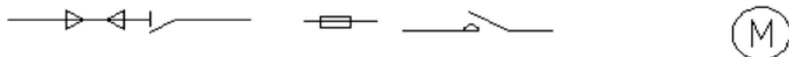


图 7-247　贴入元器件

（2）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮✥，把这些符号调整成如图 7-248 所示线路，左边是主线，右边是支线。

电源进线	刀开关	熔断器额定电流（A）	配电线路			控制设备	用电设备				备注
		熔体额定电流（A）	计算电流（A）	导线型号规格	线路编号		符号	型号	名称	安装位置编号	
				穿线管规格				功率（kW）		设备编号	



图 7-248　调整图形

（3）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把支路图形向下复制 3 份，效果如图 7-249 所示。

电源进线	刀开关	熔断器额定电流（A）	配电线路			控制设备	用电设备				备注
		熔体额定电流（A）	计算电流（A）	导线型号规格	线路编号		符号	型号	名称	安装位置编号	
				穿线管规格				功率（kW）		设备编号	

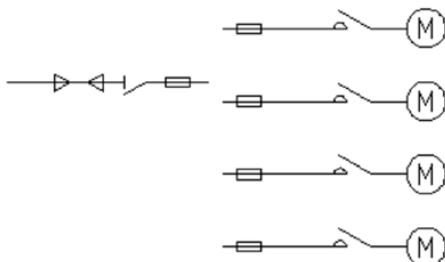


图 7-249　复制支路



（4）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制支路左边的垂直连线，效果如图 7-250 所示。

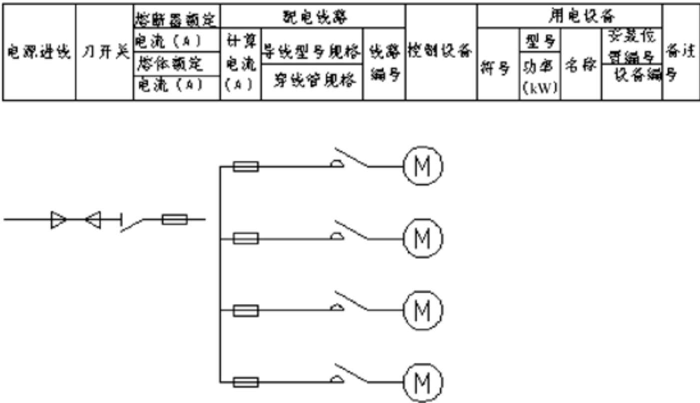


图 7-250　绘制垂直连线

（5）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把主线以其右边端点为移动基准点，以图 7-251 所示中点为移动目标点进行移动，效果如图 7-252 所示。

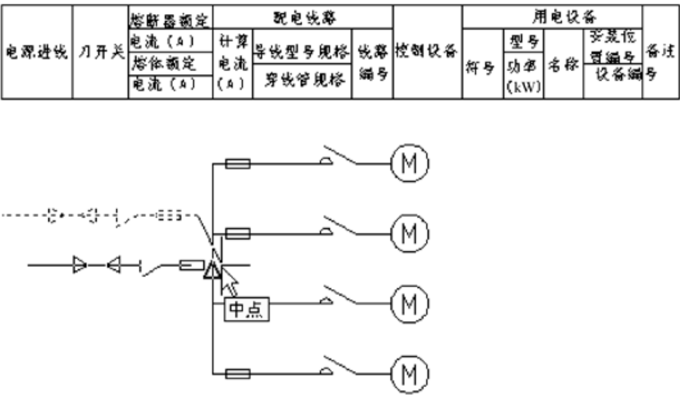


图 7-251　捕捉中点

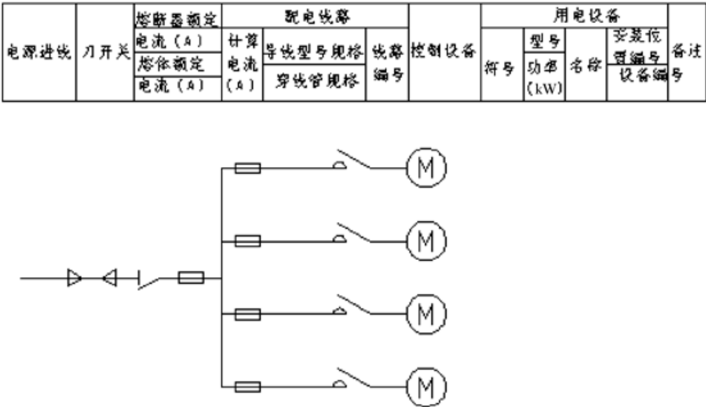


图 7-252　移动主线



（6）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 7-253 光标所示直线向下复制一份，效果如图 7-254 所示。

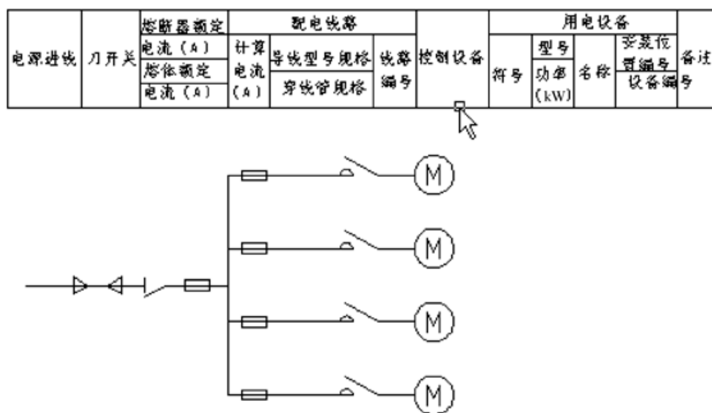


图 7-253　指示直线

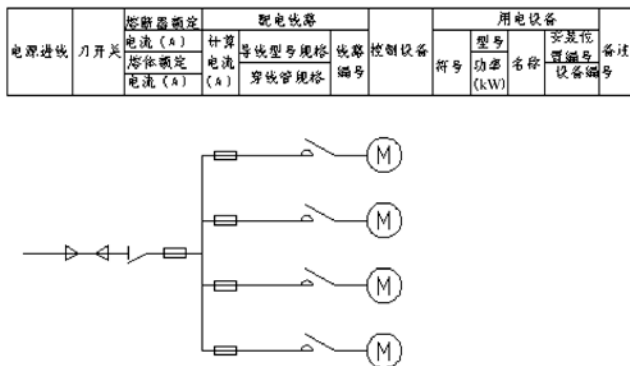


图 7-254　复制直线

（7）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 7-255 光标所示直线和刚才复制的直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，效果如图 7-256 所示。

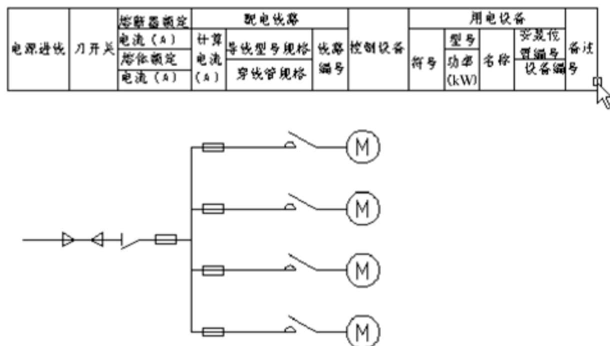


图 7-255　指示垂直直线



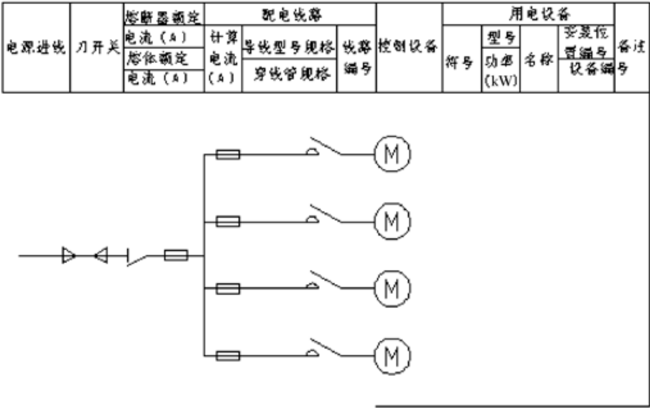


图 7-256　连接直线

（8）参照上面连接直线的方法，由右向左顺次连接直线，形成垂直表格，效果如图 7-257 所示。

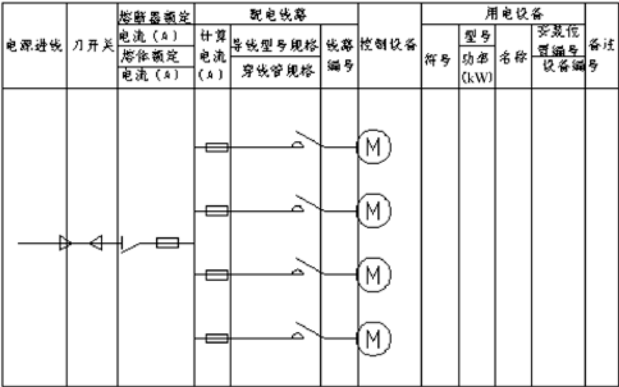


图 7-257　顺次连接直线

（9）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，调整线路图形，使之与表格相适应，效果如图 7-258 所示。

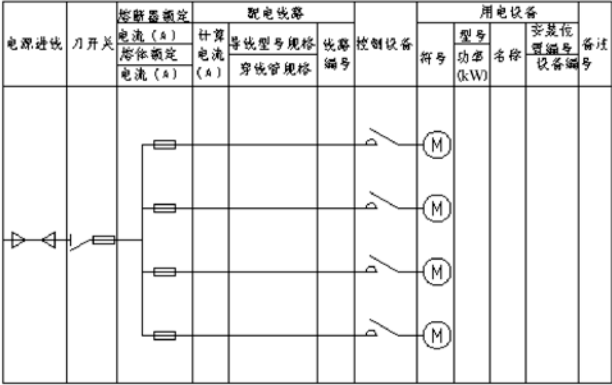


图 7-258　调整图形

（10）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除如图 7-259 光标所示短垂直直线，效果如图 7-260 所示。

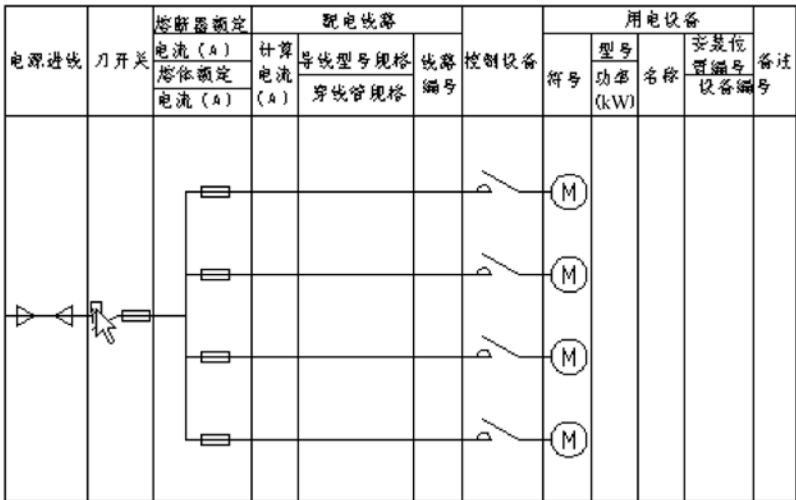


图 7-259　指示直线

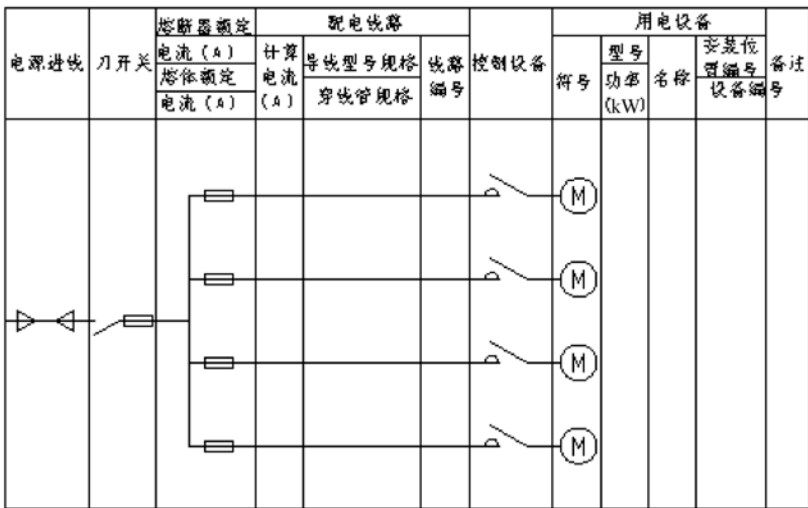


图 7-260　删除直线

（11）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以主线为对称轴，把如图 7-259 所示斜线对称复制一份，注意删除源对象，效果如图 7-261 所示。

（12）在命令行窗口输入命令“lengthen”，把如图 7-262 光标所示的线头适当拉长，以示线路可扩展，效果如图 7-263 所示。

（13）单击“修改”面板中的“打断于点”命令按钮，在如图 7-264 所示虚线与垂直直线交点上把垂直直线打断。



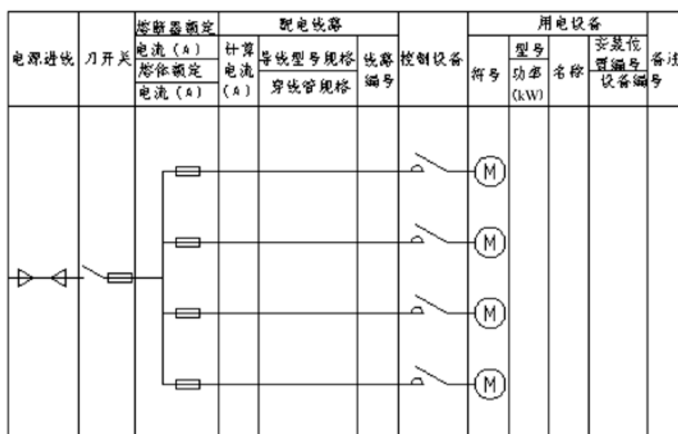


图 7-261　对称复制斜线

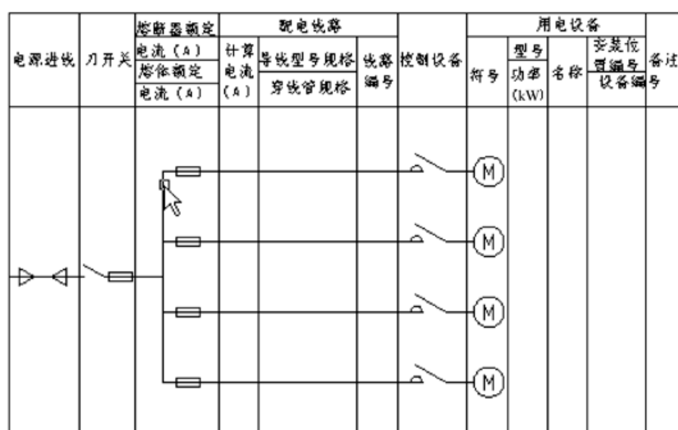


图 7-262　捕捉直线

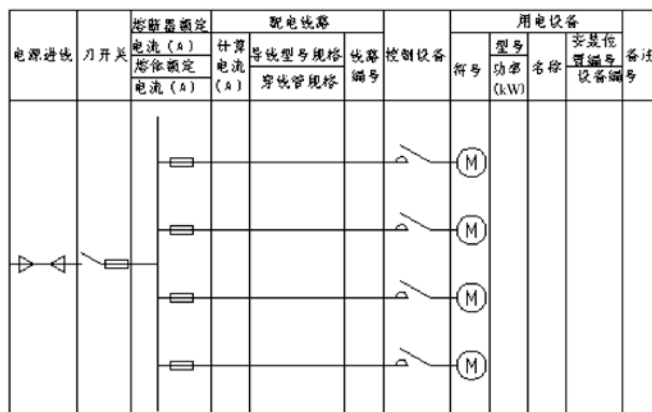


图 7-263　延伸直线



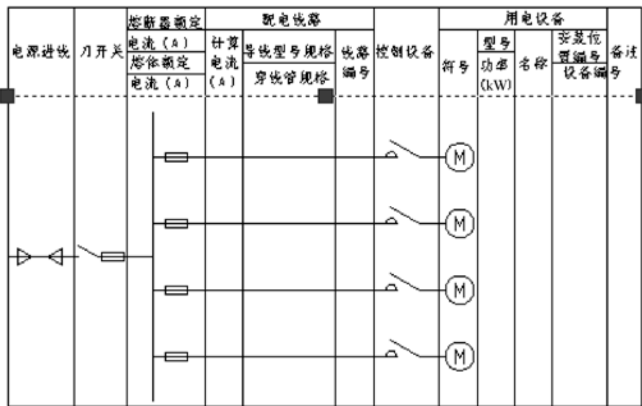


图 7-264　打断直线

（14）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 7-265 虚线所示直线为修剪边，修剪掉光标下边的线头，结果如图 7-266 所示。

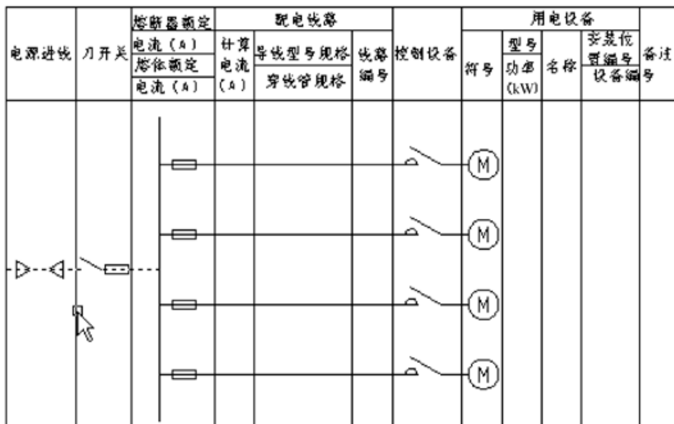


图 7-265　捕捉线头

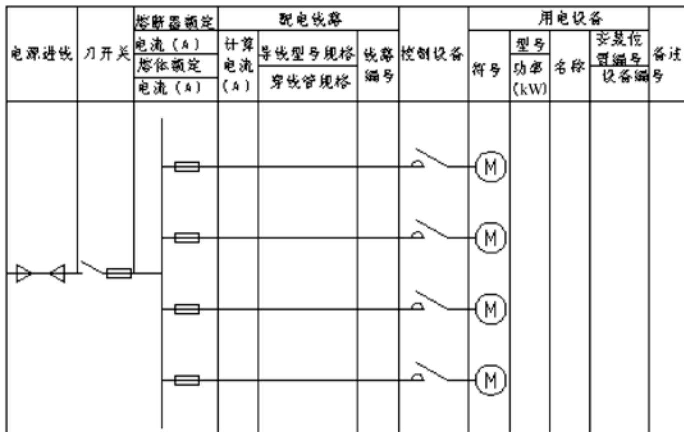


图 7-266　修剪直线



（15）在“图层”面板中单击“图层特性”命令按钮，设置如图 7-267 所示使用蓝色直线的“电气”图层和使用黑红颜色短画线的“隔开线”图层。

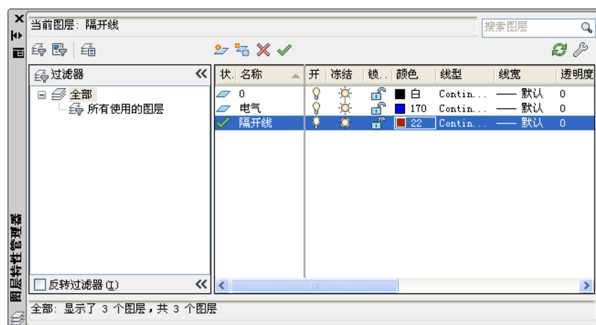


图 7-267　“隔开线”图层

（16）选择所有电气线路，然后在“图层”面板中的“图层控制”下拉列表框中选择“电气”图层，如图 7-268 所示，使其转入电气图层，结果如图 7-269 所示。

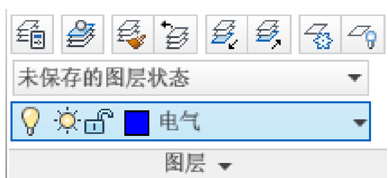


图 7-268　选择“电气”图层

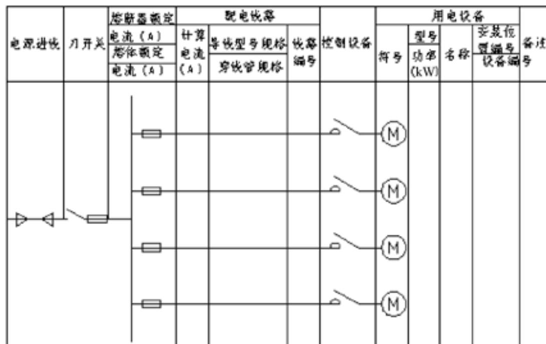


图 7-269　转化电气线路

（17）选择所有隔开线，然后在“图层”面板中的“图层控制”下拉列表框中选择“隔开线”图层，使其转入隔开线图层，结果如图 7-270 所示。

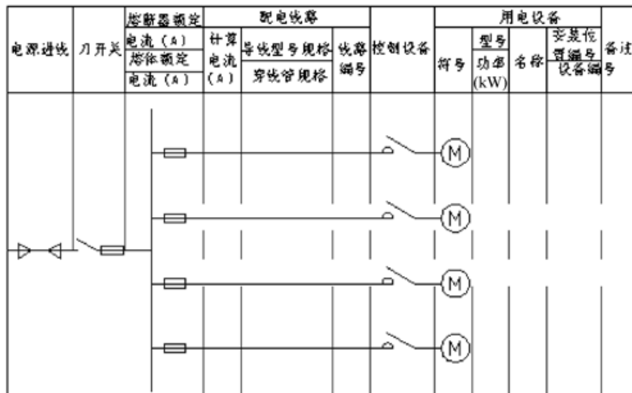


图 7-270　转换线型

7.4.3　标注文字与符号

绘制步骤如下。

（1）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在主线头部标注文字“BLX−3×70 +1×35−K”表示主线型号，结果如图 7−271 所示。

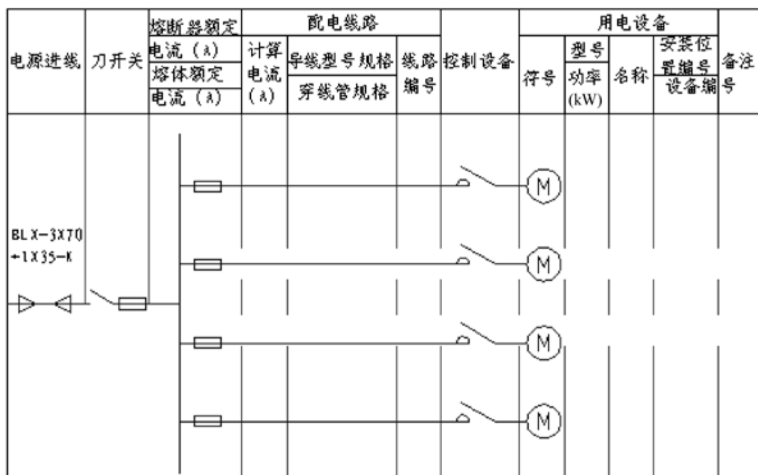


图 7−271　标注主线型号

（2）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在主按键上部标注文字“HDR−100/31”表示主按键型号，结果如图 7−272 所示。

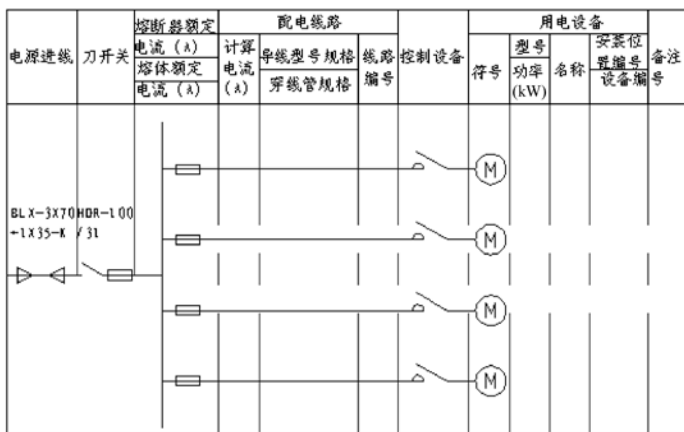


图 7−272　标注主按键型号

（3）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在上边支路熔断器上部标注文字“RL 型 30/25”表示该熔断器型号，结果如图 7−273 所示。

（4）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在其他熔断器上部标注文字“30/25”表示该熔断器的参数。



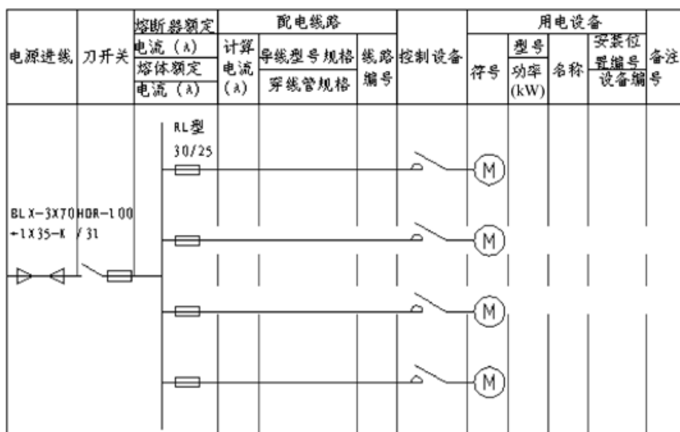


图 7-273　标注一个熔断器型号

（5）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在其他熔断器上部标注文字“200/100”表示该熔断器的参数，结果如图 7-274 所示。

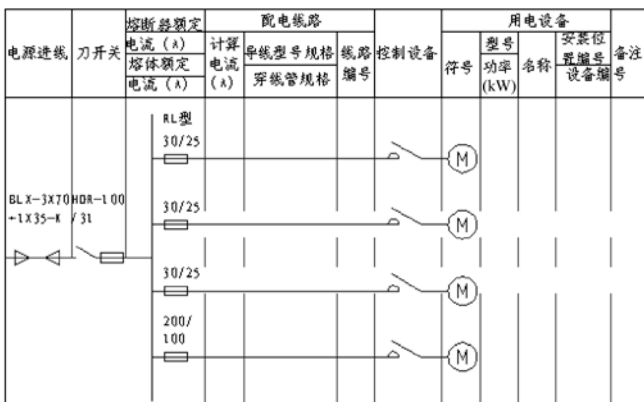


图 7-274　标注文字“200/100”

（6）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在“计算电流”栏目中标注文字“11”、“8.2”、“8.2”和“79”表示该支路的电流参数，结果如图 7-275 所示。

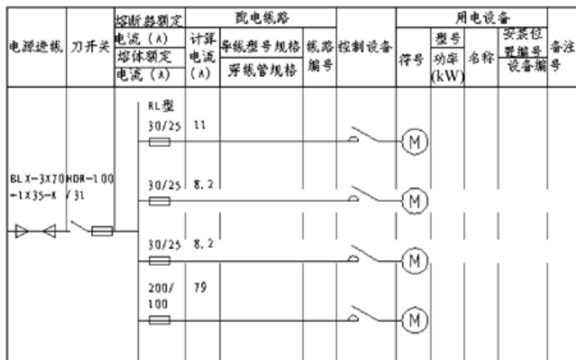


图 7-275　标注电流参数

（7）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注上面 3 条支路的导线型号和穿管规格“BLX–3×2.5 SC15–FC”，结果如图 7-276 所示。

图 7-276　标注三支路的导线型号和穿管规格

（8）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注最下面一条支路的导线型号和穿管规格“BLX–3×35 SC15–FC”，结果如图 7-277 所示。

图 7-277　标注一支路的导线型号和穿管规格

（9）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注各条支路的编号，结果如图 7-278 所示。

图 7-278　标注各条支路的编号



（10）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注前 3 条支路的控制设备型号，结果如图 7-279 所示。

图 7-279　标注前 3 条支路的控制设备编号

（11）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注最下边支路的控制设备型号，结果如图 7-280 所示。

图 7-280　标注最下边支路的控制设备编号

（12）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注各个用电设备的型号与功率“Y/5.5”、“Y/4”、“Y/4”和“YR/40”，结果如图 7-281 所示。

（13）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注用电设备的名称“电动机”，结果如图 7-282 所示。

（14）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，标注安装位置和设备编号“2/1”、“2/2”、“2/3”和“2/4”，结果如图 7-283 所示。

电源进线	刀开关	熔断器额定电流（A）/熔体额定电流（A）	计算电流（A）	配电线路 导线型号规格/穿线管规格	配电线路 线路编号	控制设备	用电设备 符号	用电设备 型号/功率(kW)	用电设备 名称	用电设备 安装位置编号/设备编号	备注
BLX-3X70+1X35-K	HDR-100/31	RL型 30/25	11	BLX-3X2.5 SC15-FC	1	CJ10-20	M	2/5.5			
		30/25	8.2	BLX-3X2.5 SC15-FC	2	CJ10-20	M	2/4			
		30/25	8.2	BLX-3X2.5 SC15-FC	3	CJ10-20	M	2/4			
		200/100	79	BLX-3X35 SC15-FC	4	CJ12-100	M	28/40			

图 7-281　标注各个用电设备的型号与功率

电源进线	刀开关	熔断器额定电流（A）/熔体额定电流（A）	计算电流（A）	配电线路 导线型号规格/穿线管规格	配电线路 线路编号	控制设备	用电设备 符号	用电设备 型号/功率(kW)	用电设备 名称	用电设备 安装位置编号/设备编号	备注
BLX-3X70+1X35-K	HDR-100/31	RL型 30/25	11	BLX-3X2.5 SC15-FC	1	CJ10-20	M	2/5.5	电动机		
		30/25	8.2	BLX-3X2.5 SC15-FC	2	CJ10-20	M	2/4			
		30/25	8.2	BLX-3X2.5 SC15-FC	3	CJ10-20	M	2/4			
		200/100	79	BLX-3X35 SC15-FC	4	CJ12-100	M	28/40			

图 7-282　标注用电设备的名称“电动机”

电源进线	刀开关	熔断器额定电流（A）/熔体额定电流（A）	计算电流（A）	配电线路 导线型号规格/穿线管规格	配电线路 线路编号	控制设备	用电设备 符号	用电设备 型号/功率(kW)	用电设备 名称	用电设备 安装位置编号/设备编号	备注
BLX-3X70+1X35-K	HDR-100/31	RL型 30/25	11	BLX-3X2.5 SC15-FC	1	CJ10-20	M	2/5.5	电动机	1/1	
		30/25	8.2	BLX-3X2.5 SC15-FC	2	CJ10-20	M	2/4		1/2	
		30/25	8.2	BLX-3X2.5 SC15-FC	3	CJ10-20	M	2/4		1/3	
		200/100	79	BLX-3X35 SC15-FC	4	CJ12-100	M	28/40		1/4	

图 7-283　标注安装位置和设备编号



（15）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮和其他方法，调整图中图形、文字的相对位置，使表格整洁紧凑，结果如图 7-284 所示。

电源进线	刀开关	熔断器额定电流（A）/熔体额定电流（A）	计算电流（A）	导线型号规格/穿线管规格	线路编号	控制设备	符号	型号/功率（kW）	名称	安装位置编号/设备编号	备注
BLX-3X70+1X35-K	HDR-100/31	RL型 30/25	11	BLX-3X2.5 SC15-FC	1	CJ10-20	M		电动机		
		30/25	8.2	BLX-3X2.5 SC15-FC	2	CJ10-20	M				
		30/25	8.2	BLX-3X2.5 SC15-FC	3	CJ10-20	M				
		200/100	79	BLX-3X35 SC15-FC	4	CJ12-100	M				

图 7-284　整理图形

（16）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，在表格左下角绘制尺寸为 30×15 的矩形，效果如图 7-285 所示。

电源进线	刀开关	熔断器额定电流（A）/熔体额定电流（A）	计算电流（A）	导线型号规格/穿线管规格	线路编号	控制设备	符号	型号/功率（kW）	名称	安装位置编号/设备编号	备注
BLX-3X70+1X35-K	HDR-100/31	RL型 30/25	11	BLX-3X2.5 SC15-FC	1	CJ10-20	M		电动机		
		30/25	8.2	BLX-3X2.5 SC15-FC	2	CJ10-20	M				
		30/25	8.2	BLX-3X2.5 SC15-FC	3	CJ10-20	M				
		200/100	79	BLX-3X35 SC15-FC	4	CJ12-100	M				

图 7-285　绘制矩形

（17）单击“修改”面板中的“分解”命令按钮，把矩形 30×15 分解成 4 条直线。

（18）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，把矩形 30×15 底边向上阵列 3 行，行距为 5，效果如图 7-286 所示。

（19）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，在矩形 30×15 的适当位置绘制垂直直线，效果如图 7-287 所示。

（20）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，在小表格第 1 行中标注“设备容量 *P*3 53.5kW”，结果如图 7-288 所示。



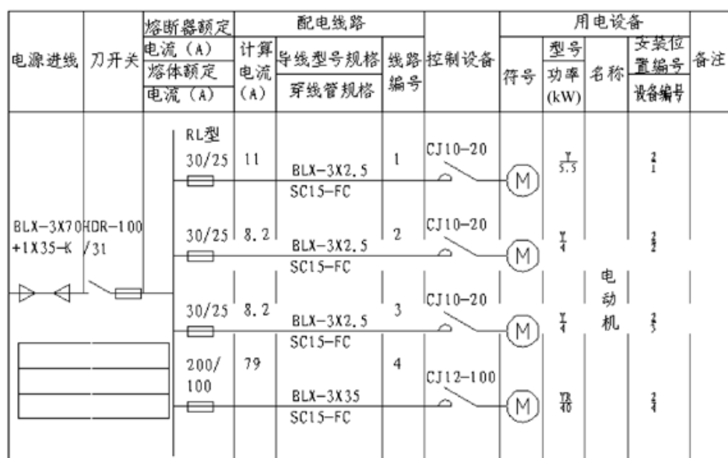


图 7-286　阵列直线

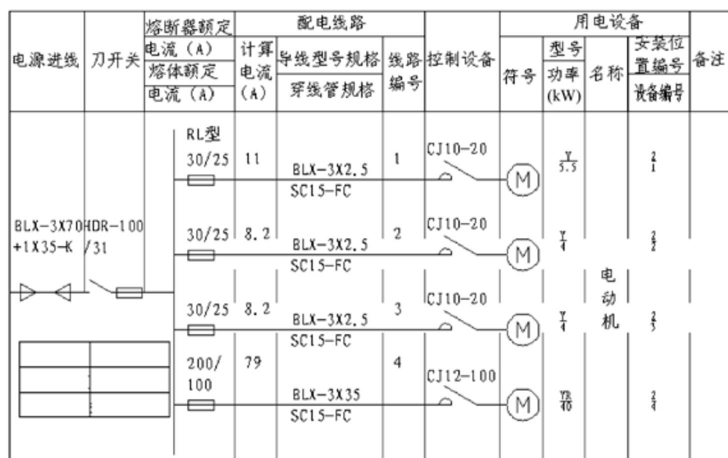


图 7-287　绘制矩形的垂直直线

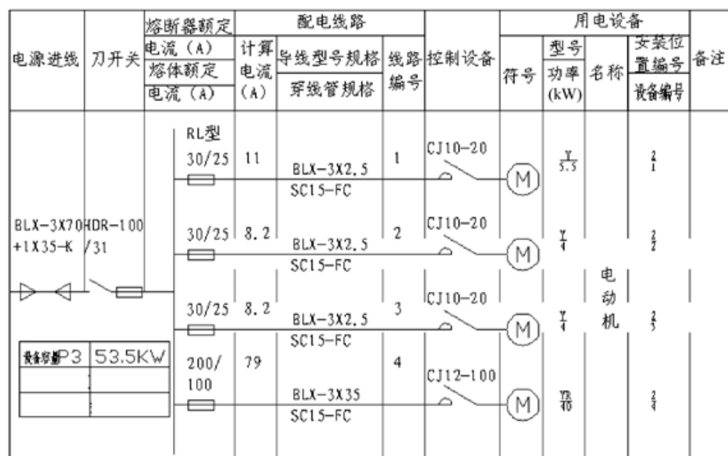


图 7-288　标注“设备容量 P3 53.5kW”



（21）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在小表格第 2 行中标注“计算容量 *P*30 32.1kW”，结果如图 7-289 所示。

电源进线	刀开关	熔断器额定电流（A）/熔体额定电流（A）	计算电流（A）	导线型号规格/穿线管规格	线路编号	控制设备	符号	型号/功率(kW)	名称	安装位置编号/设备编号	备注
BLX-3X70+1X35-K	HDR-100/31	RL型 30/25	11	BLX-3X2.5 SC15-FC	1	CJ10-20	M	Y/5.5	电动机	2/1	
		30/25	8.2	BLX-3X2.5 SC15-FC	2	CJ10-20	M	Y/4		2/2	
		30/25	8.2	BLX-3X2.5 SC15-FC	3	CJ10-20	M	Y/4		2/5	
		200/100	79	BLX-3X35 SC15-FC	4	CJ12-100	M	YR/40		2/4	

设备容量P3	53.5KW
计算容量P30	32.1KW

图 7-289　标注“计算容量 P30 32.1kW”

（22）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在小表格第 3 行中标注“计算电流 *I*30 66.3kW”，结果如图 7-290 所示。

电源进线	刀开关	熔断器额定电流（A）/熔体额定电流（A）	计算电流（A）	导线型号规格/穿线管规格	线路编号	控制设备	符号	型号/功率(kW)	名称	安装位置编号/设备编号	备注
BLX-3X70+1X35-K	HDR-100/31	RL型 30/25	11	BLX-3X2.5 SC15-FC	1	CJ10-20	M	Y/5.5	电动机	2/1	
		30/25	8.2	BLX-3X2.5 SC15-FC	2	CJ10-20	M	Y/4		2/2	
		30/25	8.2	BLX-3X2.5 SC15-FC	3	CJ10-20	M	Y/4		2/5	
		200/100	79	BLX-3X35 SC15-FC	4	CJ12-100	M	YR/40		2/4	

设备容量P3	53.5KW
计算容量P30	32.1KW
计算电流I30	66.3KW

图 7-290　标注“计算电流 I30 66.3kW”

1
2
3
4
5
6
7
第 8 章
9
附录

第 8 章　车辆、机床电气设计

知识导引

车辆、机床都可以看作机器产品，其电气设计有共同特点，即它们的电路都可以看作是主电路和控制电路的结合。主电路一般是比较简单的，但是控制电路却十分复杂。控制电路执行着复杂的电气逻辑功能，用于控制、保护主电路。

8.1　摇臂钻床电气图



制作思路

摇臂钻床电气图由主电路和控制线路组成。下面先绘制主电路，然后绘制控制电路，最后把两部分结合起来形成完整的摇臂钻床电气图。

8.1.1　绘制主电路

摇臂钻床上有 4 台电动机，因此它的主电路就是如何给这 4 台电动机供电。首先绘制 1、2 两台电动机的电路，然后绘制 3、4 两台电动机的电路。

1．第 1、2 个电动机接线设计

绘制步骤如下。

（1）从以前绘制的图形中复制如图 8-1 所示的电气元器件。

（2）双击中间的文字“M”，在屏幕出现的“多行文字编辑器”面板中把文字“M”改成“M4 3~”，效果如图 8-2 所示。

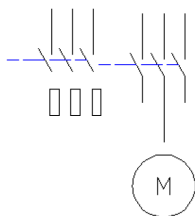


图 8-1　贴入图形

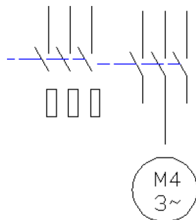


图 8-2　修改文字

（3）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，修整图形之间的位置，形成三相电路，效果如图 8-3 所示。



（4）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以圆为修剪边，修剪掉它里边的线头，效果如图 8-4 所示。

（5）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 8-5 虚线所示斜线为修剪边，修剪掉光标所示的线头，效果如图 8-6 所示。

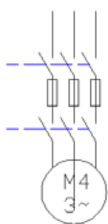


图 8-3　修整图形

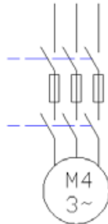


图 8-4　修剪线头

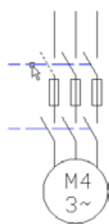


图 8-5　指示线头

（6）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制一条垂直的短直线。然后单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把短直线以其中点为移动基准点，以图 8-7 所示端点为移动目标点进行移动，效果如图 8-8 所示。

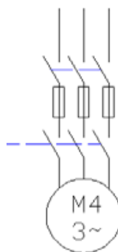


图 8-6　修剪线头

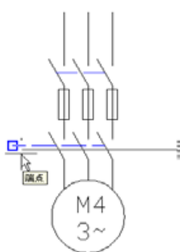


图 8-7　捕捉端点

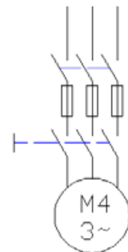


图 8-8　移动直线

（7）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，适当调整图形之间的位置，效果如图 8-9 所示。

（8）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制圆心在如图 8-10 所示端点的小圆圈作为接线头，效果如图 8-11 所示。

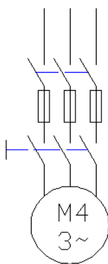


图 8-9　调整图形

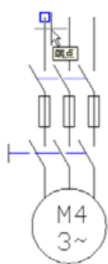


图 8-10　捕捉端点

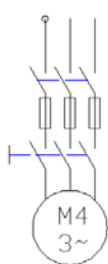


图 8-11　绘制接线头

（9）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制一条斜直线。然后单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把斜直线以其中点为移动基准点，以圆圈的圆心为移动目标点进行移动，效果如图 8-12 所示。



（10）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以接线头的圆心为复制基准点，以主电路上其他端点为复制目标点，把接线头连同斜直线向右复制两份，效果如图 8-13 所示。

（11）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以接线头的小圆圈为修剪边，修剪掉它内部的线头，效果如图 8-14 所示。

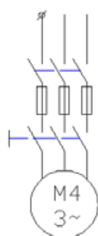


图 8-12　绘制斜直线

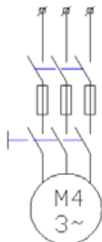


图 8-13　复制接线头

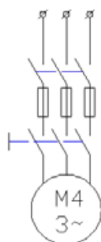


图 8-14　修剪线头

（12）从以前绘制的中间和左边的图形中复制如图 8-15 所示电气元器件（注意，此热继电器符号中的虚线仅供作图参考使用），准备绘制另一条电路。

（13）双击中间的文字“M4 3~”，在屏幕出现的“多行文字编辑器”面板中把文字改成“M1 3～”，效果如图 8-16 所示。

（14）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，以右边线路中间一条线在如图 8-17 所示交点为移动基准点，以电动机上中间一条线的上端点为移动目标点，把虚线所示图形向左移动，效果如图 8-18 所示。

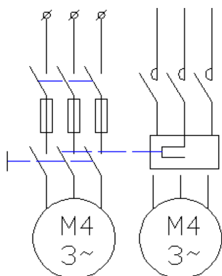


图 8-15　复制电气元器件

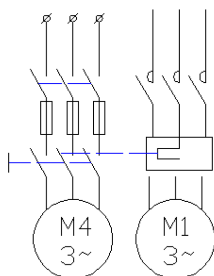


图 8-16　修改文字

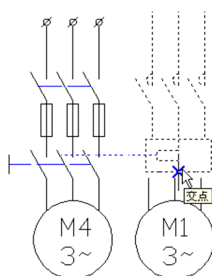


图 8-17　捕捉交点

（15）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以右边线路的中间一条线为对称轴，把如图 8-19 虚线所示的图形对称复制一份，注意删除原图形，效果如图 8-20 所示。

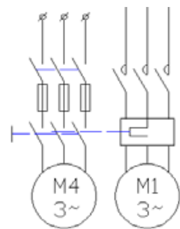


图 8-18　移动图形

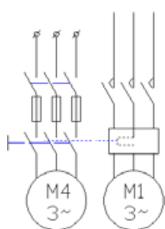


图 8-19　选择图形

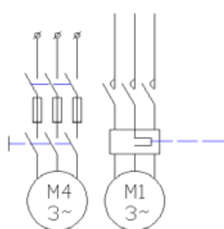


图 8-20　对称复制图形

（16）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把如图 8-21 所示图形向左适当缩



短，效果如图 8-22 所示。

（17）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把热继电器右边虚线所示图形向左适当缩短。

（18）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 8-23 所示端点为复制基准点，以图 8-24 和图 8-25 所示垂足为复制目标点，把虚线所示图形复制两份，效果如图 8-26 所示。

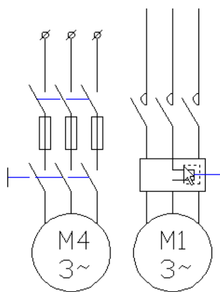


图 8-21　框选图形

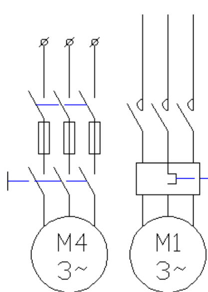


图 8-22　缩短图形

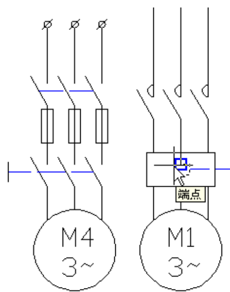


图 8-23　捕捉端点

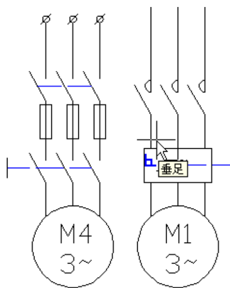


图 8-24　捕捉垂足

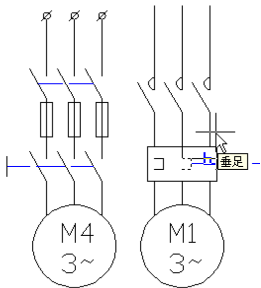


图 8-25　捕捉另一个垂足图

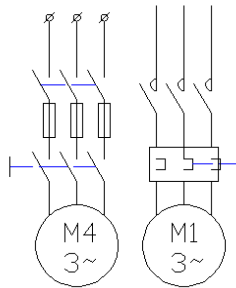


图 8-26　复制图形

（19）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把如图 8-27 所示框选的图形适当拉长，效果如图 8-28 所示。

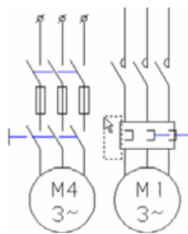


图 8-27　框选图形

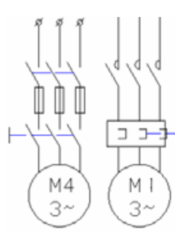


图 8-28　拉长图形

（20）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以图 8-29 虚线所示图形为延伸边界线，延伸光标所示的直线，效果如图 8-30 所示。

（21）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以热继电器图形的矩形框为修剪边，修剪掉它右面的线头，结果如图 8-31 所示。

（22）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把如图 8-32 所示图形向下适当拉



长，结果如图 8-33 所示。

（23）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把如图 8-34 所示图形向上适当拉长，结果如图 8-35 所示。

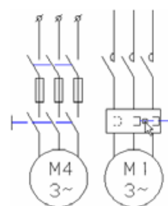


图 8-29　选择图形

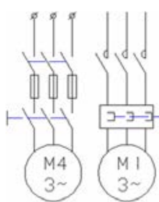


图 8-30　延伸图形

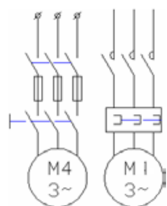


图 8-31　修剪线头

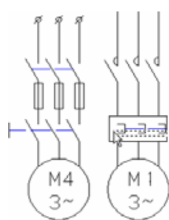


图 8-32　选择图形

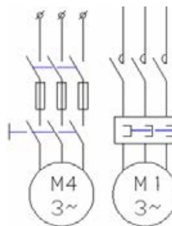


图 8-33　向下拉长图形

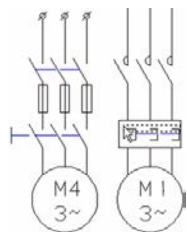


图 8-34　选择图形

（24）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以图 8-36 虚线所示图形为延伸边界线，延伸光标所示的上下边线头，效果如图 8-37 所示。

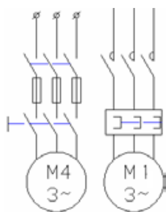


图 8-35　向上拉长图形

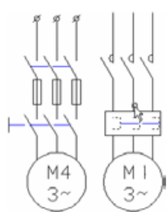


图 8-36　选择图形

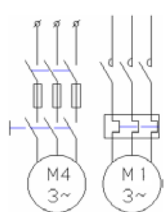


图 8-37　延伸线头

（25）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 8-38 和图 8-39 所示两个中点的连线，说明这是三键联动的开关，效果如图 8-40 所示。

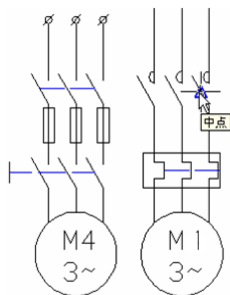


图 8-38　捕捉起点

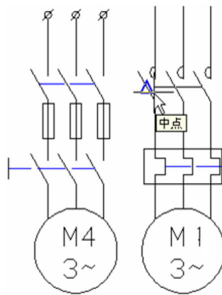


图 8-39　捕捉终点

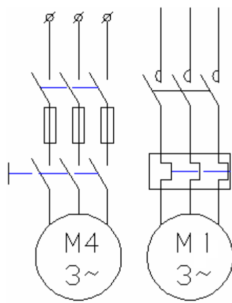


图 8-40　绘制直线



（26）把步骤 25 绘制的直线转换成蓝色虚线，效果如图 8-41 所示。

（27）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把如图 8-42 虚线所示图形向上适当拉长，效果如图 8-43 所示。

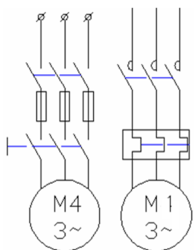


图 8-41　转换线型

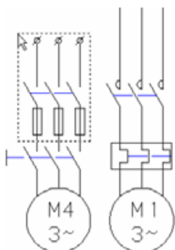


图 8-42　选择图形

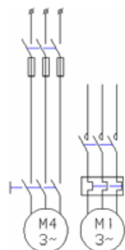


图 8-43　拉伸图形

（28）连接主线路。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 8-44 所示端点和如图 8-45 所示垂足的连线，效果如图 8-46 所示。

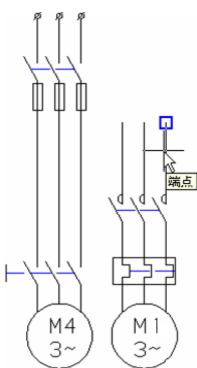


图 8-44　捕捉端点

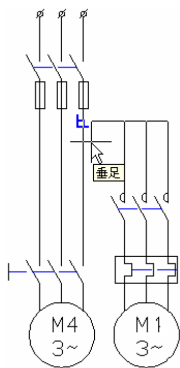


图 8-45　捕捉垂足

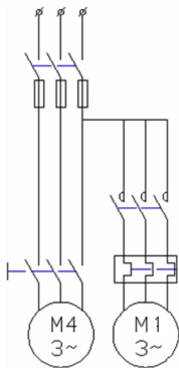


图 8-46　绘制直线

（29）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把刚才绘制的线条向下复制两份，效果如图 8-47 所示。

（30）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以图 8-48 虚线所示直线为延伸边界线，延伸刚才复制的直线，效果如图 8-49 所示。

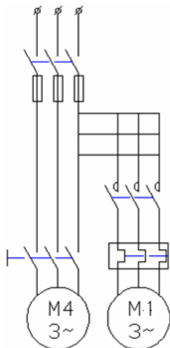


图 8-47　复制直线

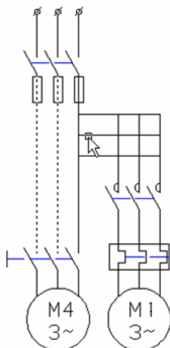


图 8-48　选择直线

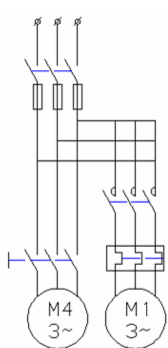


图 8-49　延伸直线



（31）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-50 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，效果如图 8-51 所示。

（32）参照上面的操作，单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，绘制第 2 台电动机上的另外两条接线，效果如图 8-52 所示。

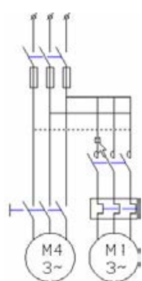


图 8-50　选择直线

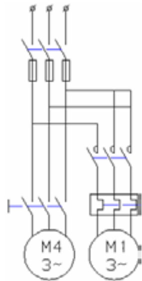


图 8-51　连接一条导线

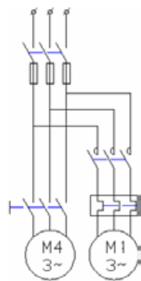


图 8-52　连接其他导线

2．第 3、4 台电动机接线设计

绘制步骤如下。

（1）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 8-53 虚线所示图形向右复制一份，准备绘制第 3 台电动机，效果如图 8-54 所示。

（2）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把所复制的上边图形向左复制一份，效果如图 8-55 所示。

（3）双击中间的文字“M1 3~”，在屏幕出现的“多行文字编辑器”面板中把文字“M1 3~”改成“M2 3~”，效果如图 8-56 所示。

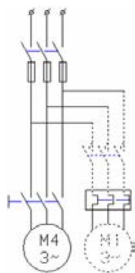


图 8-53　选择图形

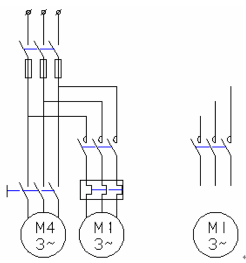


图 8-54　复制图形

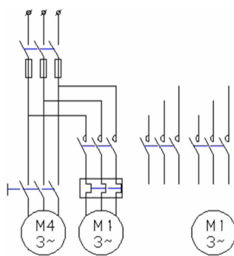


图 8-55　复制接线

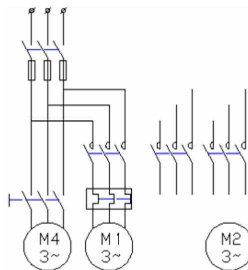


图 8-56　修改文字



（4）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以图 8-57 虚线所示圆为延伸边界线，延伸光标所示的 3 条垂直直线，效果如图 8-58 所示。

（5）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把如图 8-59 所示图形向上适当拉长，效果如图 8-60 所示。

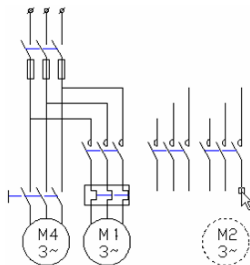


图 8-57　选择图形

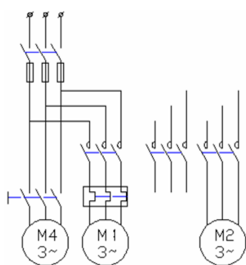


图 8-58　延伸图形

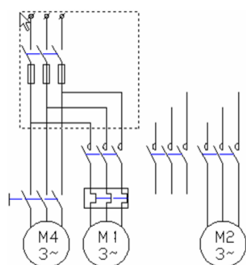


图 8-59　选择图形

（6）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把如图 8-61 所示图形向上适当拉动，效果如图 8-62 所示。

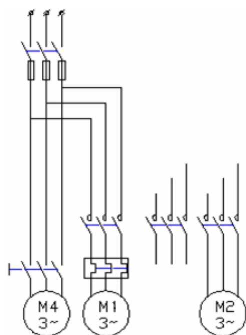


图 8-60　拉伸图形

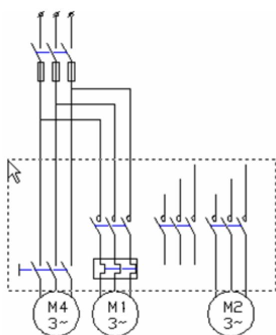


图 8-61　选择图形

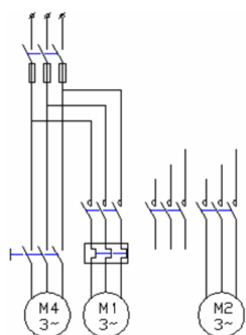


图 8-62　拉动图形

（7）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-63 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接导线，效果如图 8-64 所示。

（8）参照上面的操作，单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，绘制第 3 台电动机上的另外两条接线，效果如图 8-65 所示。

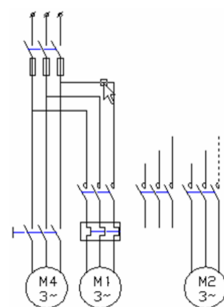


图 8-63　选择线头

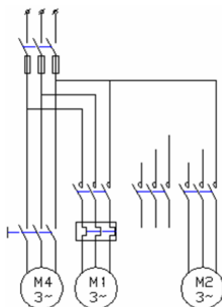


图 8-64　连接导线

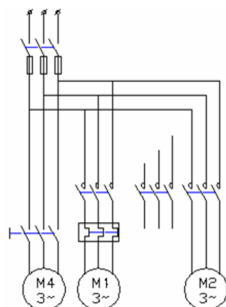


图 8-65　连接其他接线

（9）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把横向导线向下复制两份，效果如图 8-66 所示。

（10）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-67 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接导线，效果如图 8-68 所示。

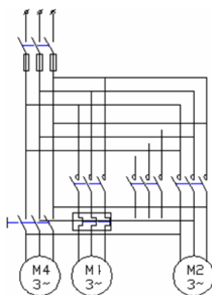


图 8-66　复制导线

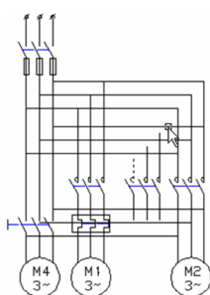


图 8-67　选择直线

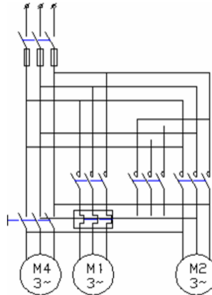


图 8-68　连接一条导线

（11）参照上面的操作，单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，绘制另外两条接线，效果如图 8-69 所示。

（12）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-70 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接导线，效果如图 8-71 所示。

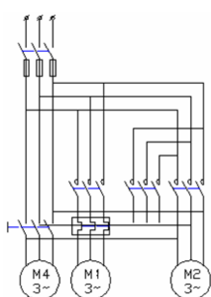


图 8-69　连接其他导线

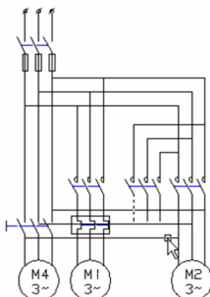


图 8-70　选择直线

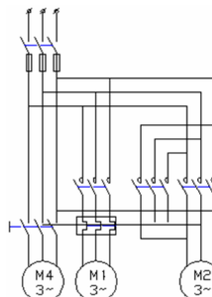


图 8-71　连接一条导线

（13）参照上面的操作，单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，绘制另外两条接线，效果如图 8-72 所示。

（14）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 8-73 虚线所示图形向右复制一份，效果如图 8-74 所示。

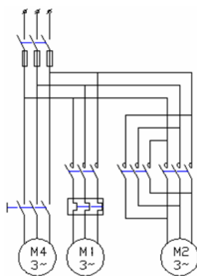


图 8-72　连接其他导线

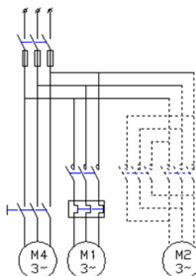


图 8-73　选择图形

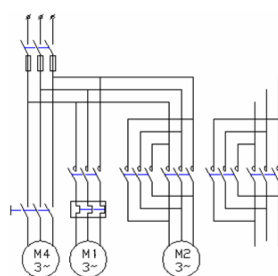


图 8-74　复制图形



（15）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把如图 8-75 所示图形向下适当拉长，效果如图 8-76 所示。

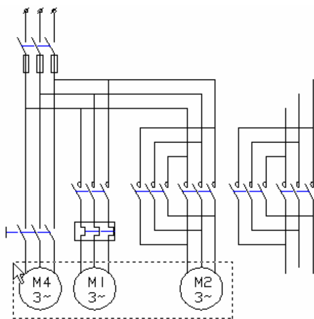


图 8-75　选择图形

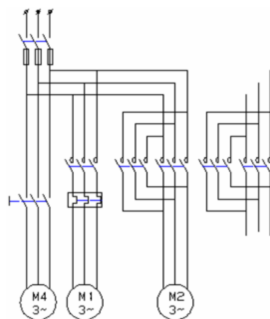


图 8-76　拉伸图形

（16）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把如图 8-77 所示图形适当向下拉动，效果如图 8-78 所示。

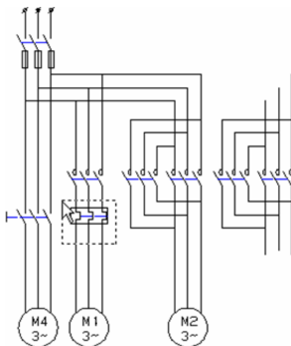


图 8-77　选择图形

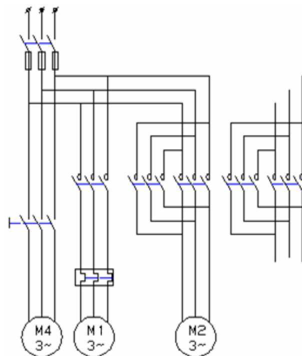


图 8-78　拉动图形

（17）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 8-79 所示交点为复制基准点，以图 7-80 所示垂足为复制目标点，把虚线所示图形向右复制一份，效果如图 8-81 所示。

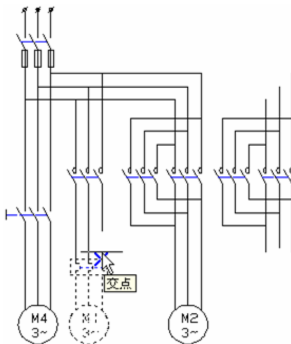


图 8-79　捕捉复制基准点

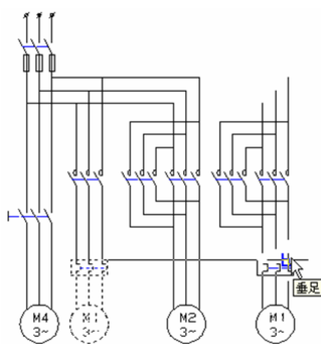


图 8-80　捕捉复制目标点

（18）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以图 8-82 虚线所示图形为延伸边

1
2
3
4
5
6
7
第 8 章
9
附录

界线，延伸光标所示的 3 条垂直直线，效果如图 8-83 所示。

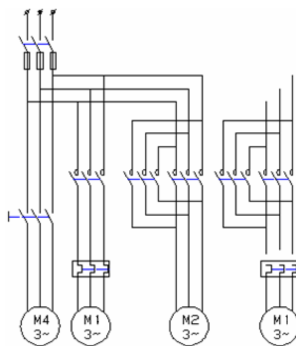


图 8-81　复制图形

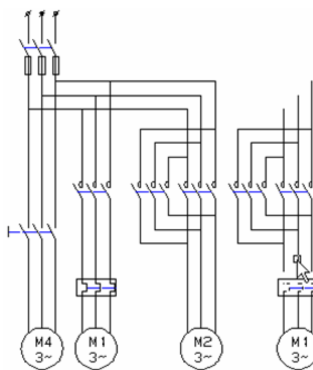


图 8-82　选择图形

（19）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-84 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接导线，效果如图 8-85 所示。

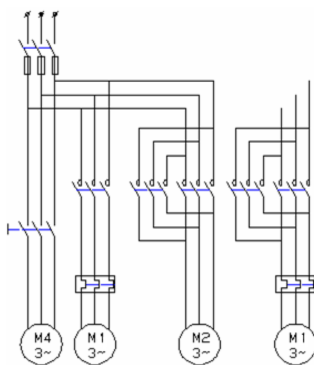


图 8-83　延伸导线

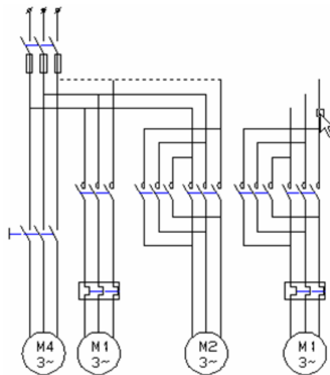


图 8-84　选择线头

（20）参照上面的操作，单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，绘制另外两条接线，效果如图 8-86 所示。

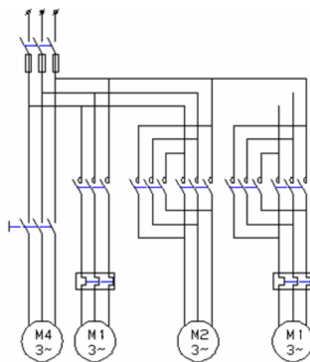


图 8-85　连接一条导线

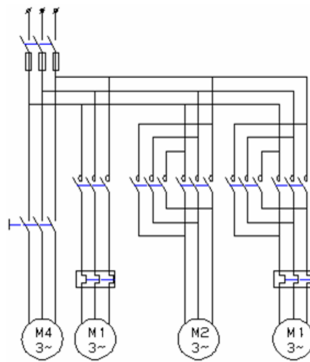


图 8-86　连接其他导线



（21）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，适当调整图形，使其整齐紧凑，效果如图 8-87 所示。

（22）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，按命令行的提示绘制直线。

命令: _line
指定第一点:（捕捉如图 8-88 所示象限点）
指定下一点或 [放弃(U)]: @-10,0
指定下一点或 [放弃(U)]: @0, -30
指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]: @-200,0
指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]:

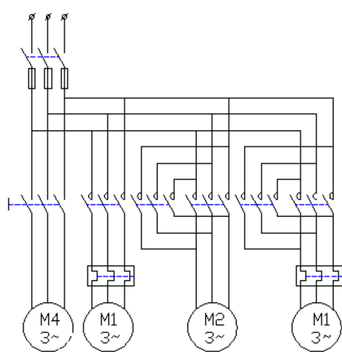


图 8-87　适当调整图形

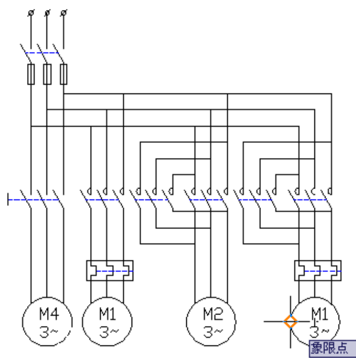


图 8-88　捕捉象限点

效果如图 8-89 所示。

（23）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 8-90 所示象限点为复制基准点，以其他 3 台电动机的左象限点为复制目标点，把虚线所示的图形向左复制 3 份，效果如图 8-91 所示。

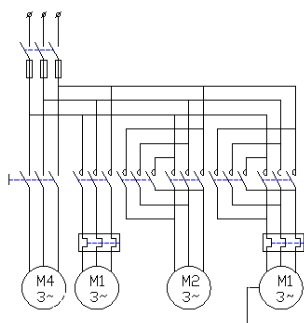


图 8-89　绘制接地线

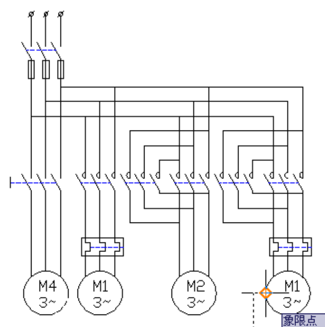


图 8-90　捕捉复制基准点

（24）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以第 2 台电动机的中间一条线为对称轴，把接地线对称复制一份，注意删除源对象，效果如图 8-92 所示。

（25）选择热继电器中的虚线，单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，将虚线删除，如图 8-93 所示。



（26）从以前绘制的图形中复制接地元器件，如图 8-94 所示。

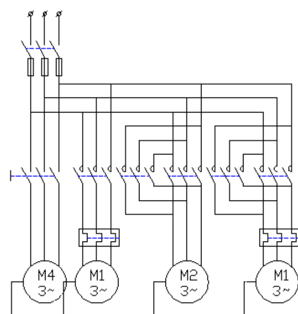


图 8-91　复制接地线

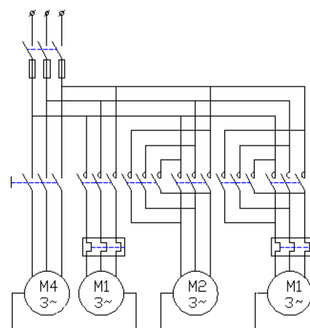


图 8-92　对称复制接地线

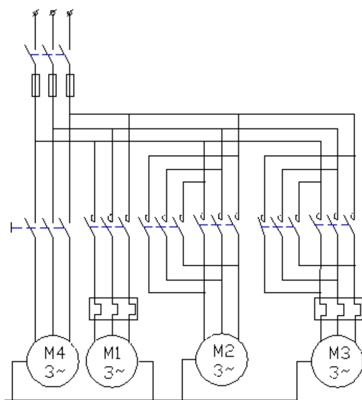


图 8-93　删除虚线图

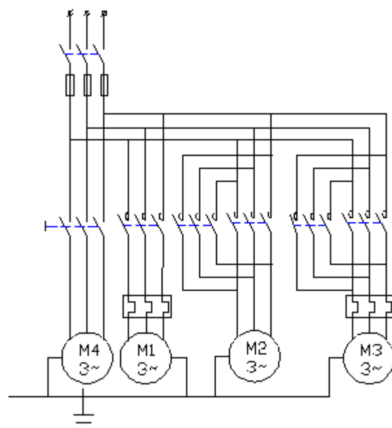


图 8-94　复制接地元器件

（27）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把接地符号向左适当移动，效果如图 8-95 所示。

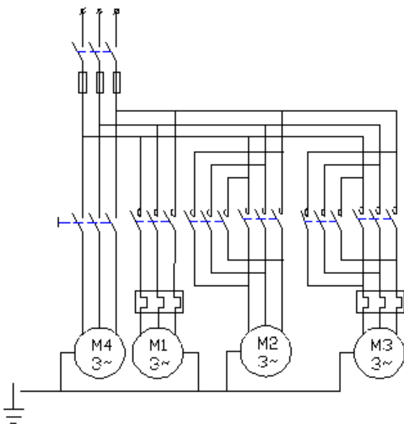


图 8-95　移动接地符号



（28）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把图 8-96 虚线、光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接导线，效果如图 8-97 所示。

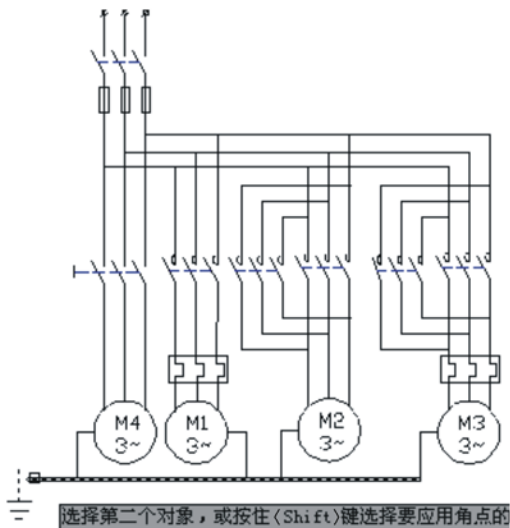


图 8-96　捕捉线头

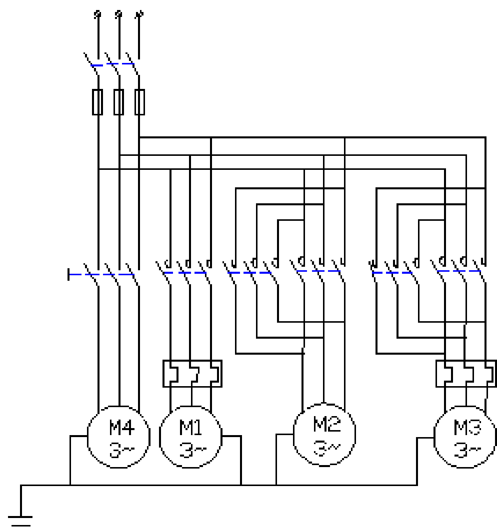


图 8-97　连接接地符号

（29）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把主线上熔断器符号向右复制一份，效果如图 8-98 所示。

（30）单击“修改”面板中的“旋转”命令按钮，把复制的熔断器符号旋转 90°，效果如图 8-99 所示。

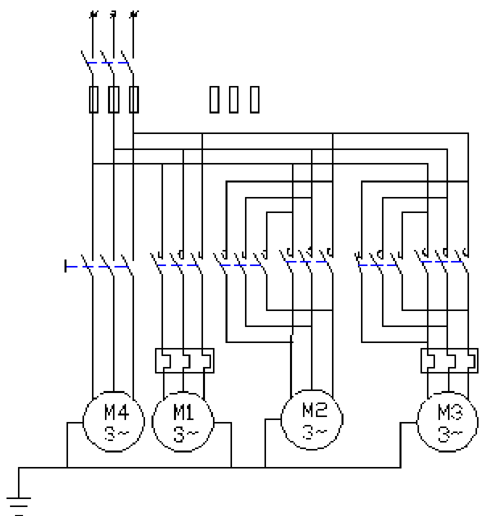


图 8-98　复制熔断器符号

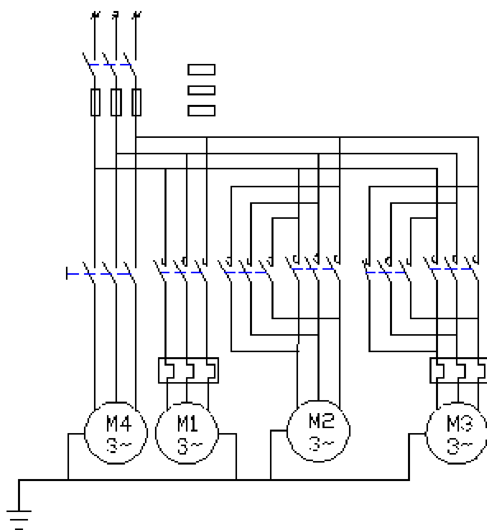


图 8-99　旋转熔断器符号

（31）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把旋转的熔断器符号以图 8-100 所示中点为移动基准点，以图 8-101 所示垂足为移动目标点进行移动，效果如图 8-102 所示。

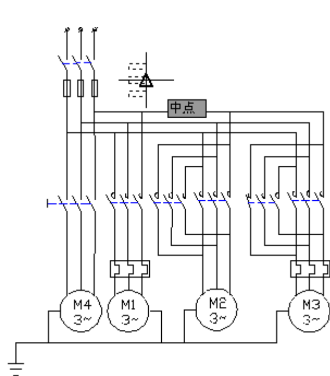


图 8-100　捕捉移动基准点

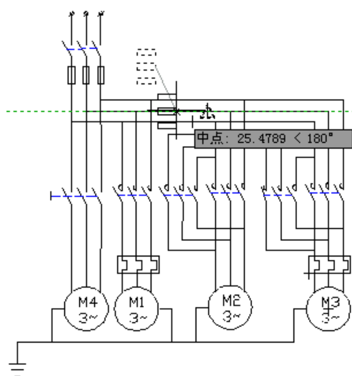


图 8-101　捕捉移动目标点

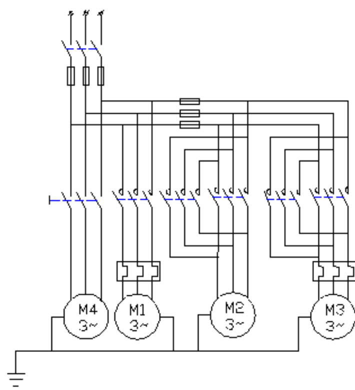


图 8-102　放置熔断器符号

（32）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在两组熔断器符号旁边标注代号，结果如图 8-103 所示。

（33）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注第 2 排元器件的代号，效果图 8-104 所示。

（34）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注热继电器和接地线的代号，效果图 8-105 所示。

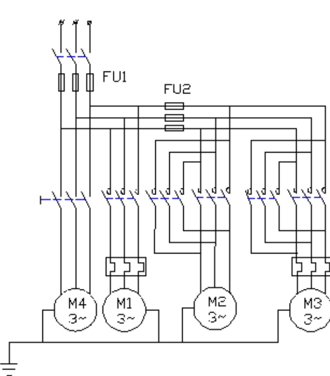


图 8-103　标注熔断器代号

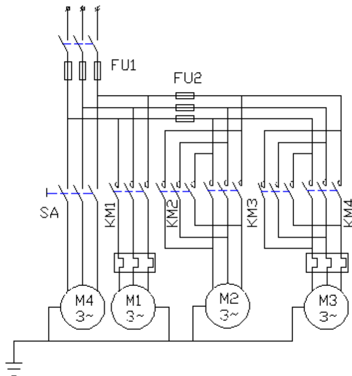


图 8-104　标注开关代号

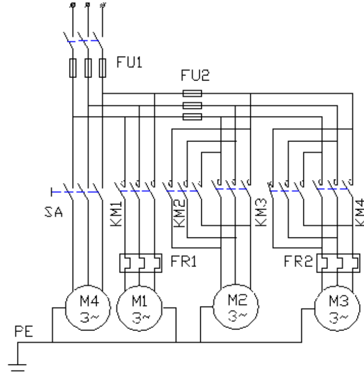


图 8-105　标注接地线代号

 8.1.2　绘制控制电路

控制电路要执行复杂的逻辑功能，因此电路比较复杂。但根据电路两端的接线位置也可以划分为若干条支线。本实例将先绘制图，然后加以标注。

1．绘制电路图

绘制步骤如下。

（1）绘制控制电路使用的变压器电路。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制一条长度约为 50 的水平直线，效果如图 8-106 所示。

（2）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，屏幕出现如图 8-107 所示的“阵列”对话框，设置各项数值，把直线阵列 7 行，行距为 12.5，效果如图 8-108 所示。



图 8-106　绘制直线

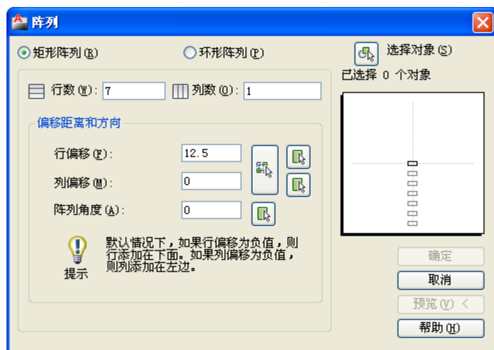


图 8-107　“阵列”对话框

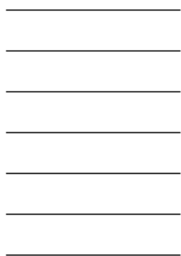


图 8-108　阵列直线

（3）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，然后单击如图 8-109 虚线所示的直线右边，创建一个半圆角，阶段效果如图 8-110 所示。

（4）参照上面的做法，单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，创建其他半圆角，阶段效果如图 8-111 所示。

（5）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除如图 8-112 虚线所示的直线，效果如图 8-113 所示。

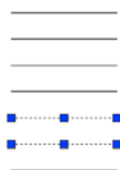


图 8-109　选择直线

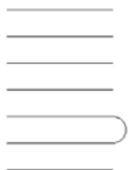


图 8-110　创建半圆角

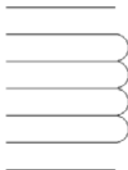


图 8-111　创建其他半圆角



图 8-112　选择直线

（6）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 8-114 和图 8-115 所示两个端点的连线，效果如图 8-116 所示。



图 8-113　删除直线

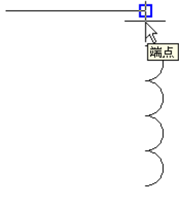


图 8-114　捕捉起点

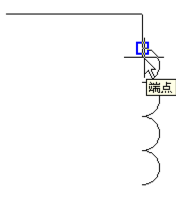


图 8-115　捕捉终点

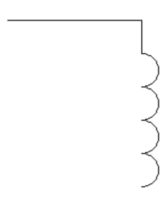


图 8-116　绘制直线

（7）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以刚才绘制的直线的上端点为复制基准点，以图 8-117 所示端点为复制目标点，把它向下复制一份，效果如图 8-118 所示。

（8）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，把圆弧组向右对称复制一份，效果如图 8-119 所示。

（9）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把复制的圆弧组向下移动距离约为 30，效果如图 8-120 所示。

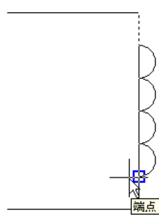


图 8-117　捕捉端点

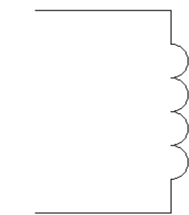


图 8-118　复制直线

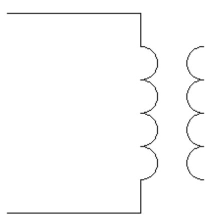


图 8-119　向右对称复制圆弧组

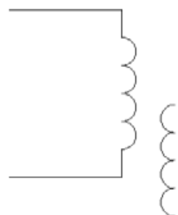


图 8-120　向下移动圆弧组

（10）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以过图 8-121 所示端点的水平直线为对称轴，把圆弧组向上对称复制一份，效果如图 8-122 所示。

（11）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 8-123 虚线所示直线的左端点为复制基准点，以图 8-123～图 8-127 所示的端点为复制目标点，把该直线向右复制 5 份，效果如图 8-128 所示。

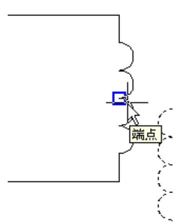


图 8-121　捕捉端点

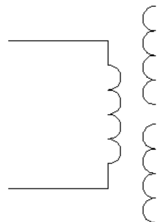


图 8-122　向上对称复制圆弧组

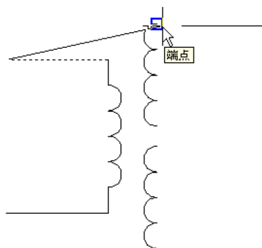


图 8-123　捕捉第 1 个端点

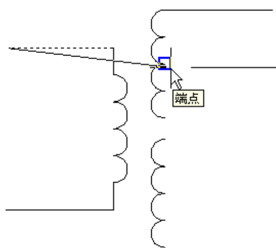


图 8-124　捕捉第 2 个端点

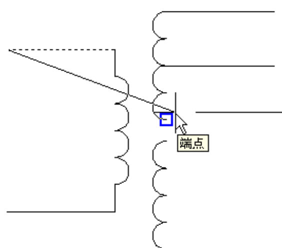


图 8-125　捕捉第 3 个端点

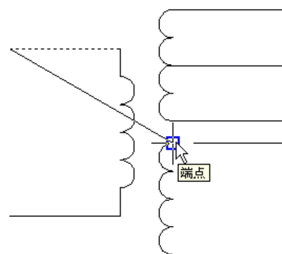


图 8-126　捕捉第 4 个端点

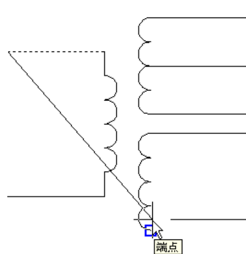


图 8-127　捕捉第 5 个端点

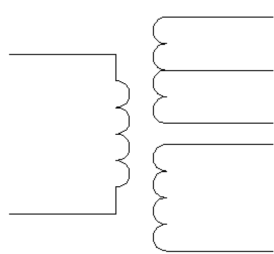


图 8-128　复制直线

（12）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制如图 8-129 和图 8-130 所示两个端点的连线，效果如图 8-131 所示。



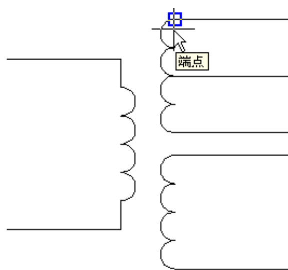


图 8-129　捕捉起点

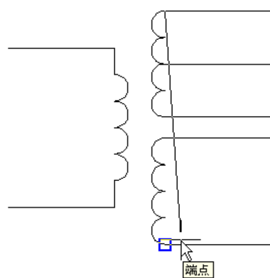


图 8-130　捕捉终点

（13）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把刚才绘制的直线向左移动到圆弧组中间，效果如图 8-132 所示。

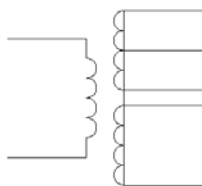


图 8-131　绘制直线

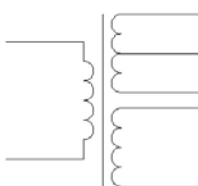


图 8-132　移动直线

（14）从以前绘制的图形中复制如图 8-133 所示电气元器件，准备组成第一条线路。

（15）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把贴入的元器件符号组合起来，效果如图 8-134 所示。

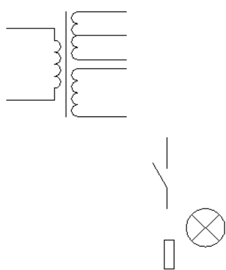


图 8-133　贴入元器件符号

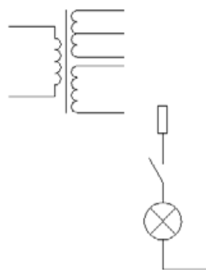


图 8-134　组合元器件符号

（16）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-135 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接导线，效果如图 8-136 所示。

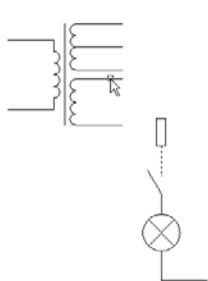


图 8-135　捕捉线头

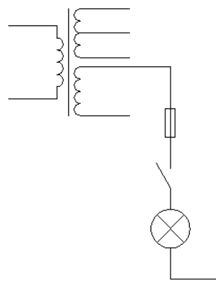


图 8-136　连接导线

（17）从以前绘制的图形中复制如图 8-137 所示电气元器件，准备组成第 2 条线路。

（18）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，以图 8-138 所示端点为起点，绘制折线行程开关上的小三角形，效果如图 8-139 所示。

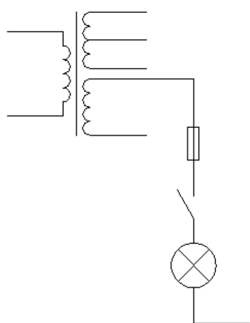


图 8-137　贴入图形

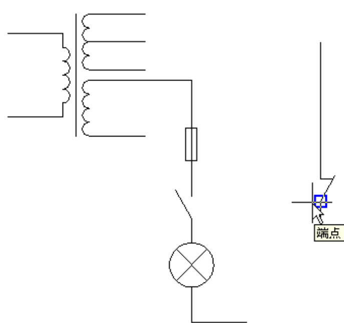


图 8-138　捕捉端点

（19）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以圆上的象限点为复制基准点，以图 8-140 所示端点为复制目标点，把如图 8-140 虚线所示图形向右复制一份，效果如图 8-141 所示。

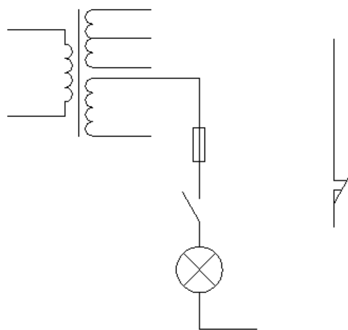


图 8-139　绘制折线

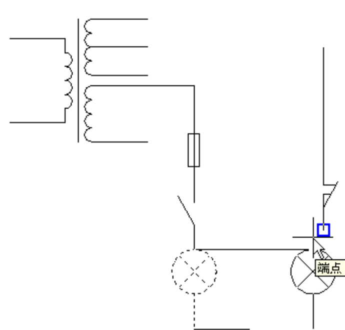


图 8-140　捕捉端点

（20）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-142 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接导线，效果如图 8-143 所示。

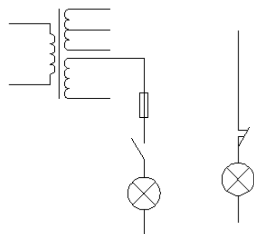


图 8-141　复制图形

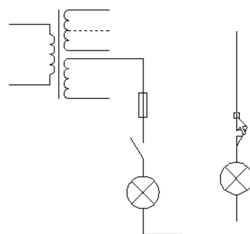


图 8-142　捕捉线头

（21）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-144 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接导线，效果如图 8-145 所示。



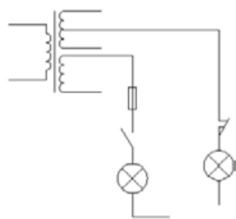


图 8-143　连接线头

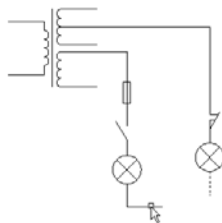


图 8-144　捕捉线头

（22）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，适当调整两条线路之间的横向位置，效果如图 8-146 所示。

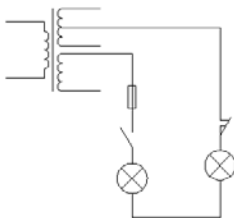


图 8-145　连接下边的线头

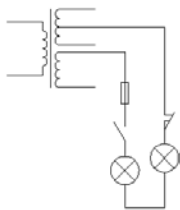


图 8-146　调整横向位置

（23）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，适当调整两条线路之间的纵向位置，效果如图 8-147 所示。

（24）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 8-148 虚线所示图形向右复制一份，效果如图 8-149 所示。

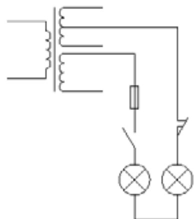


图 8-147　调整纵向位置

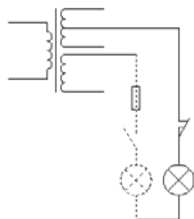


图 8-148　选择图形

（25）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-150 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接导线，效果如图 8-151 所示。

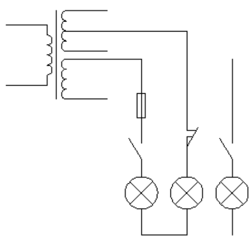


图 8-149　复制图形

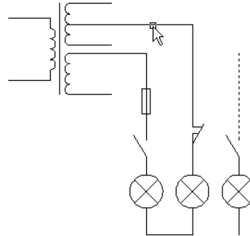
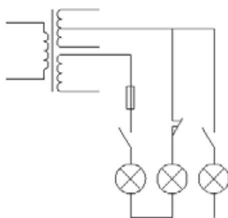
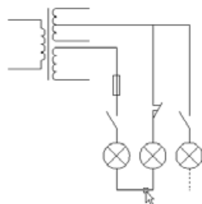


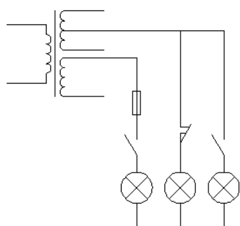
图 8-150　选择图形

（26）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-152 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接导线，效果如图 8-153 所示。


图 8-151　连接上边导线


图 8-152　捕捉线头

（27）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，以图 8-154 所示端点为起点，绘制折线行程开关上的小三角形，效果如图 8-155 所示。


图 8-153　连接下边导线

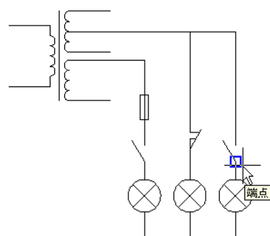
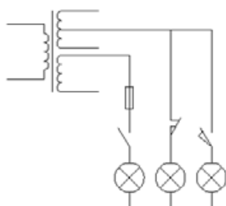
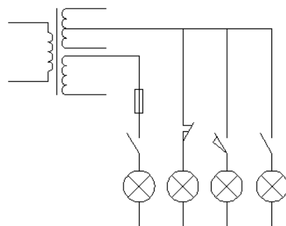


图 8-154　捕捉端点

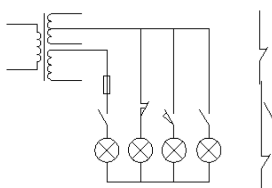
（28）参照第 3 条线路的绘制方法，绘制第 4 条线路，效果如图 8-156 所示。

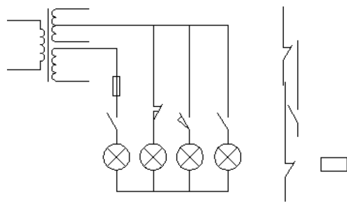

图 8-155　绘制折线


图 8-156　绘制第 4 条线路

（29）从以前绘制的图形中复制如图 8-157 所示的一些基本电气元器件图形，准备组成第 5 条线路。

（30）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 20×10 的矩形，效果如图 8-158 所示。


图 8-157　贴入元器件


图 8-158　绘制矩形



（31）单击“拉伸”命令按钮和“移动”命令按钮，把元器件图形组成线路，效果如图 8-159 所示。

（32）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-160 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接上边的导线，效果如图 8-161 所示。

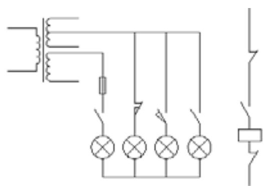


图 8-159　组成线路

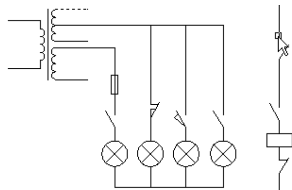


图 8-160　选择上边线头

（33）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-162 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接上边的导线，效果如图 8-163 所示。

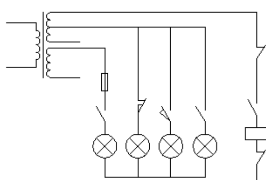


图 8-161　连接上边的导线

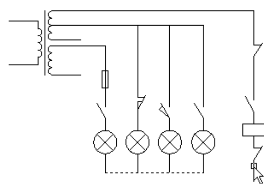


图 8-162　选择下边线头

（34）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，适当移动第 5 条线路中的元器件，效果如图 8-164 所示。

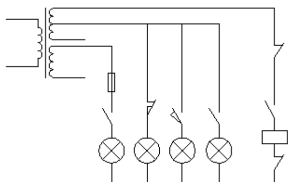


图 8-163　连接下边的导线

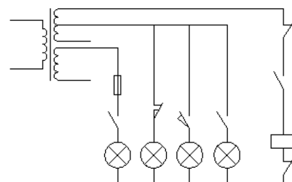


图 8-164　移动元器件

（35）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把第 5 条线路中的常开开关元器件触点向右复制一份，效果如图 8-165 所示。

（36）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 8-166 虚线所示上边一条直线左端点为复制基准点，以图 8-166 所示最近点为复制目标点，把如图 8-166 虚线所示两条直线向右复制一份，效果如图 8-167 所示。

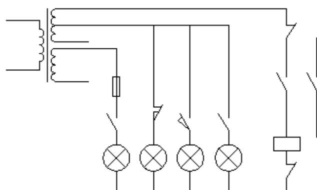


图 8-165　复制图形

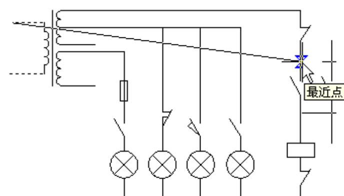


图 8-166　捕捉最近点



（37）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-168 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接导线，效果如图 8-169 所示。

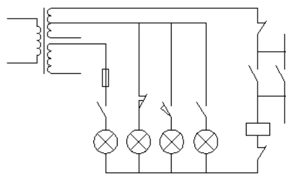


图 8-167　复制直线

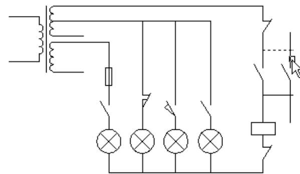


图 8-168　捕捉线头

（38）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，连接该开关的下边导线，效果如图 8-170 所示。

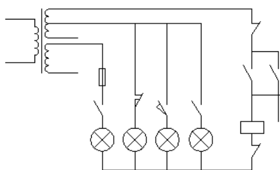


图 8-169　连接上边导线

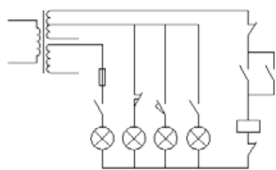


图 8-170　连接下边导线

（39）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 8-171 所示端点，终点在如图 8-172 所示端点的矩形，效果如图 8-173 所示。

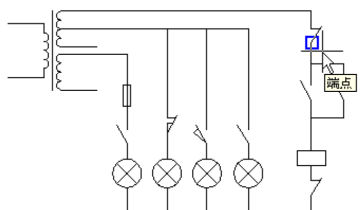


图 8-171　捕捉起点

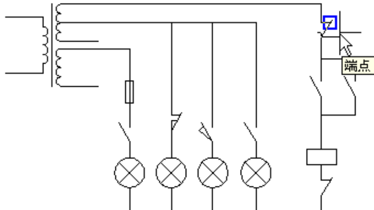


图 8-172　捕捉终点

（40）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把矩形向左适当移动，效果如图 8-174 所示。

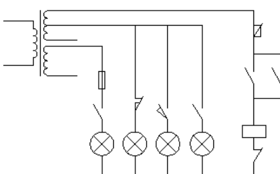


图 8-173　绘制矩形

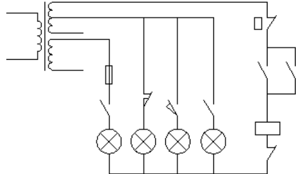


图 8-174　移动矩形

（41）单击“修改”面板中的“分解”命令按钮，把矩形分解成 4 条直线。

（42）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除矩形右侧边，效果如图 8-175 所示。



（43）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以矩形上边左端点为复制基准点，矩形左边中点为复制目标点，把矩形上边向下复制一份，效果如图 8-176 所示。

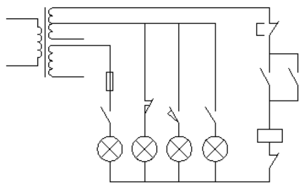


图 8-175　分解并删除图形

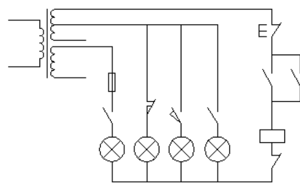


图 8-176　复制图形

（44）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以图 8-177 虚线所示的斜直线为延伸边界线，延伸光标指示的直线，效果如图 8-178 所示。

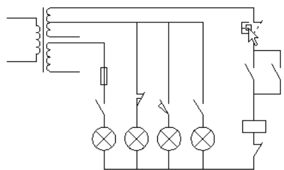


图 8-177　捕捉图形

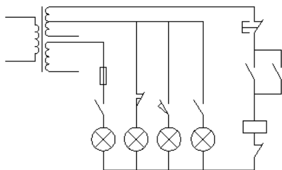


图 8-178　延伸图形

（45）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 8-179 所示端点为复制基准点，以图 8-180 和图 8-181 所示两个中点为复制目标点，把虚线所示的图形向下复制两份，效果如图 8-182 所示。

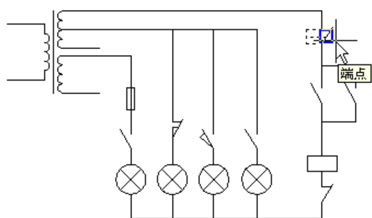


图 8-179　捕捉复制基准点

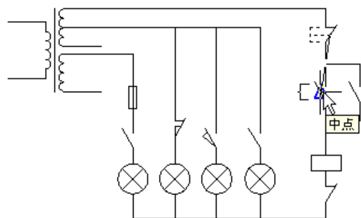


图 8-180　捕捉第 1 个复制目标点

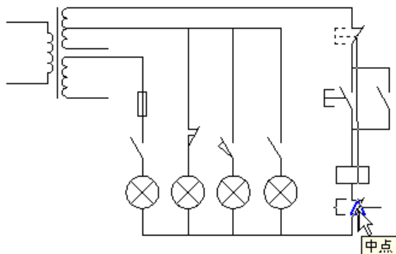


图 8-181　捕捉第 2 个复制目标点

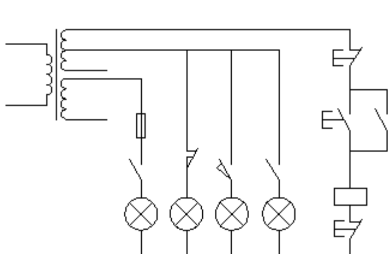


图 8-182　复制图形

（46）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以过图 8-183 所示端点的垂直直线为对称轴，将虚线所示的图形对称复制一份，注意删除源对象，效果如图 8-184 所示。



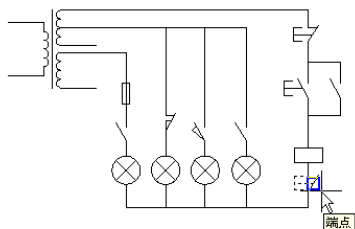


图 8-183　捕捉端点

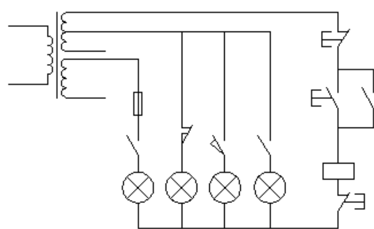


图 8-184　对称复制图形

（47）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以过图 8-185 所示端点的垂直直线为对称轴，将虚线所示的图形对称复制一份，注意删除源对象，效果如图 8-186 所示。

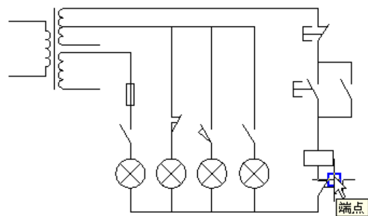


图 8-185　捕捉端点

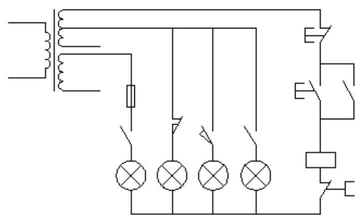


图 8-186　对称复制图形

（48）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 8-187 所示端点，方向向上的直线段，效果如图 8-188 所示。

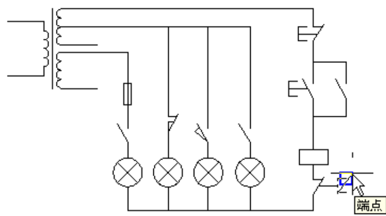


图 8-187　捕捉起点

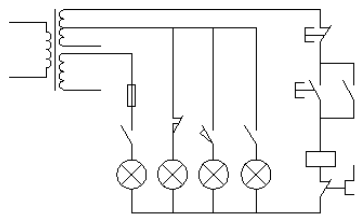


图 8-188　绘制直线

（49）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 8-189 所示端点，方向向下的直线段，效果如图 8-190 所示。

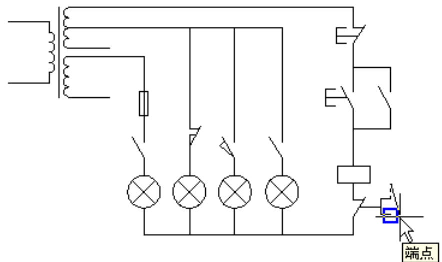


图 8-189　捕捉起点

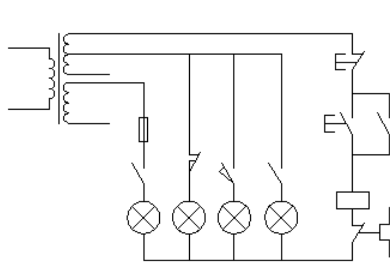


图 8-190　绘制直线

（50）选择如图 8-191 所示图形，然后在“特性”面板中的颜色中选择蓝色，在线型中选择虚线，如图 8-192 所示，使这些图形转入所选特性，效果如图 8-193 所示。



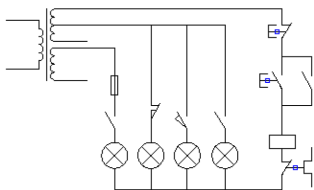


图 8-191　选择图形



图 8-192　选择图层

（51）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把如图 8-194 所示选择的图形向下适当拉长，效果如图 8-195 所示。

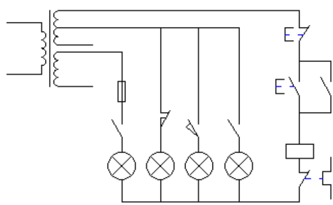


图 8-193　转换图形

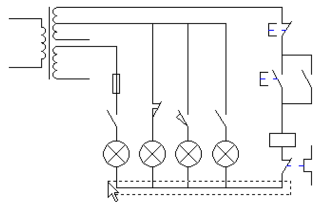


图 8-194　选择图形

（52）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，向右复制如图 8-196 所示图形，准备绘制新的线路。

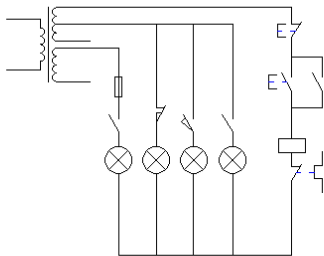


图 8-195　拉长图形

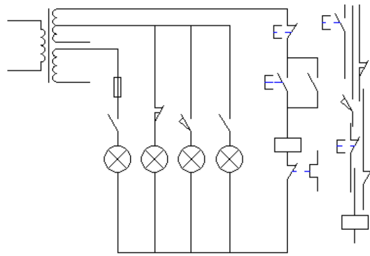


图 8-196　复制图形

（53）单击“拉伸”命令按钮和“移动”命令按钮，把元器件图形组成线路，效果如图 8-197 所示。

（54）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-198 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接下边导线，效果如图 8-199 所示。

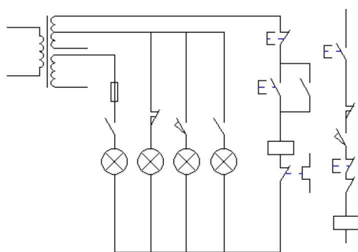


图 8-197　组织线路

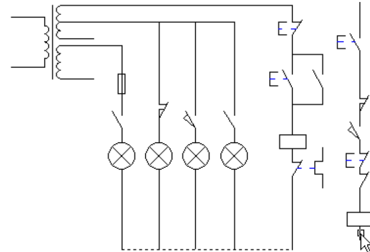
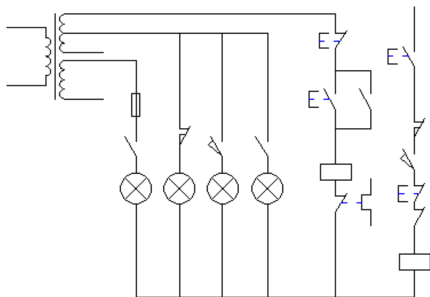
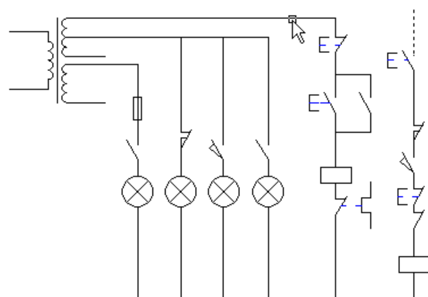


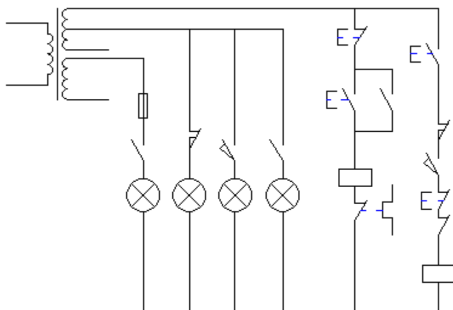
图 8-198　选择线头

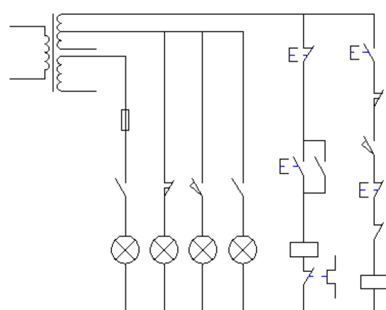
（55）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-200 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接上边导线，效果如图 8-201 所示。


图 8-199　连接下边导线

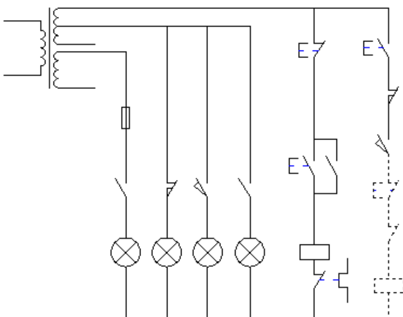

图 8-200　选择图形

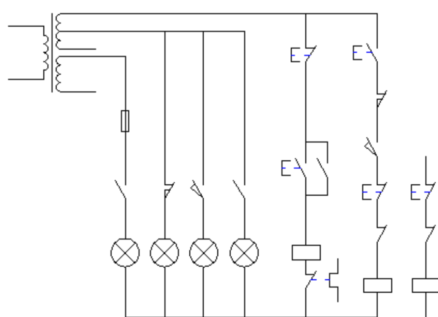
（56）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，适当调整图形，效果如图 8-202 所示。


图 8-201　连接上边导线


图 8-202　调整图形

（57）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 8-203 虚线所示图形向右复制一份，效果如图 8-204 所示。


图 8-203　选择图形


图 8-204　复制图形

（58）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 8-205 虚线所示直线的左端点为复制基准点，以图 8-205 所示最近点为复制目标点，把该直线向右复制一份，效果如图 8-206 所示。



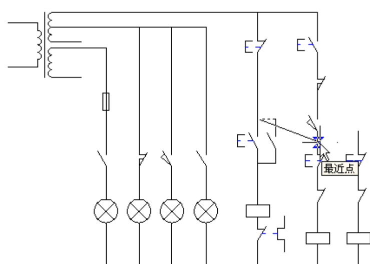


图 8-205　捕捉最近点

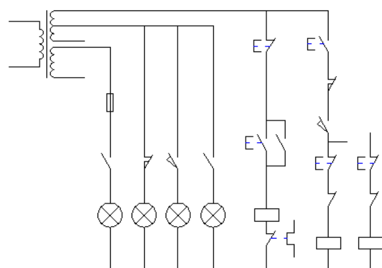


图 8-206　复制直线

（59）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-207 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接上边导线，效果如图 8-208 所示。

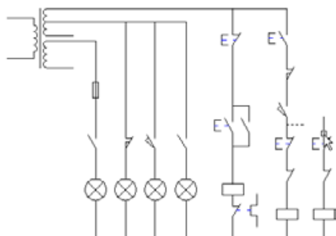


图 8-207　捕捉线头

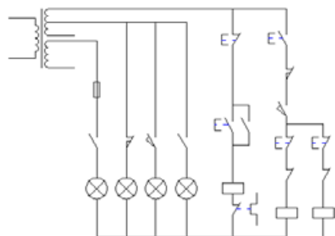


图 8-208　连接线路

（60）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-209 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接上边导线，效果如图 8-210 所示。

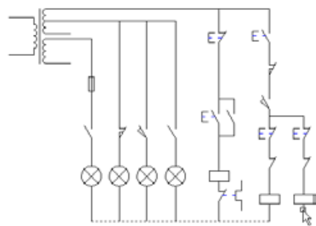


图 8-209　捕捉线头

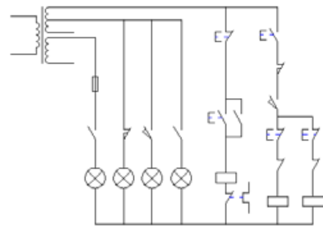


图 8-210　连接线路

（61）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 8-211 虚线所示图形向右复制一份，效果如图 8-212 所示。

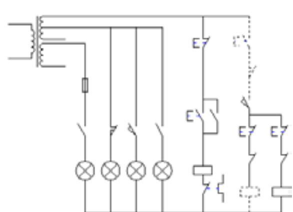


图 8-211　指示图形

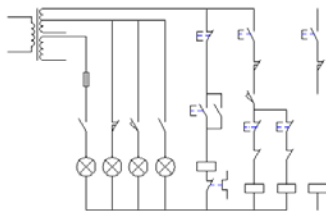


图 8-212　复制图形

（62）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以图 8-213 虚线所示图形为延伸边

界线，延伸光标捕捉的线头，效果如图 8-214 所示。

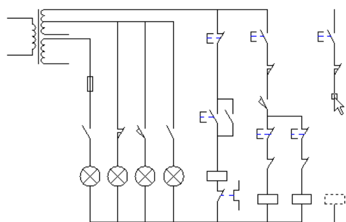


图 8-213　捕捉线头

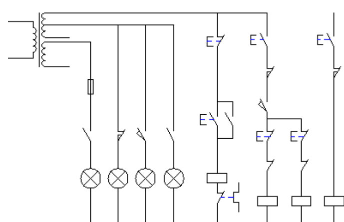


图 8-214　延伸线头

（63）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-215 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接下边导线，效果如图 8-216 所示。

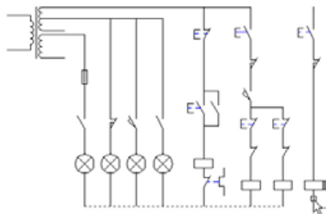


图 8-215　捕捉线头

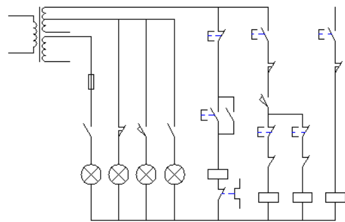


图 8-216　连接下边导线

（64）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-217 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接上边导线，效果如图 8-218 所示。

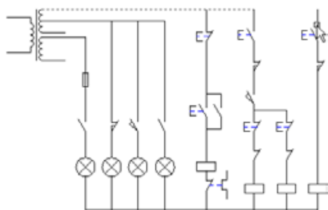


图 8-217　捕捉线头

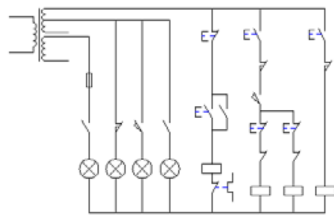


图 8-218　连接上边导线

（65）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 8-219 虚线所示图形向右复制一份，效果如图 8-220 所示。

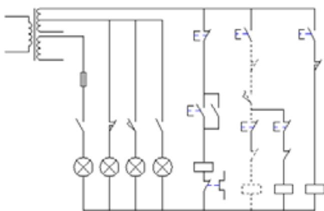


图 8-219　捕捉图形

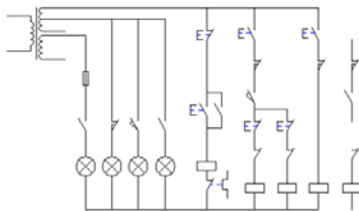


图 8-220　复制图形

（66）单击“移动”命令按钮和“拉伸”命令按钮，调整所复制的图形，使其成为一条线路，效果如图 8-221 所示。



（67）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 8-222 虚线所示直线左端点为复制基准点，以图 8-222 所示最近点和如图 8-223 所示端点为复制目标点，把该直线向复制两份，效果如图 8-224 所示。

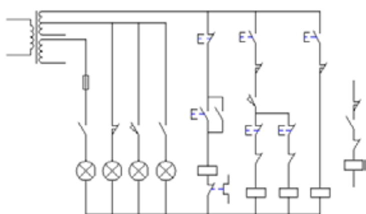


图 8-221　调整图形

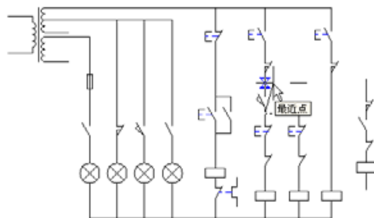


图 8-222　捕捉最近点

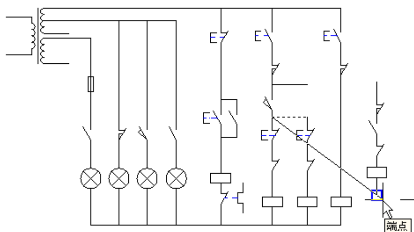


图 8-223　捕捉端点

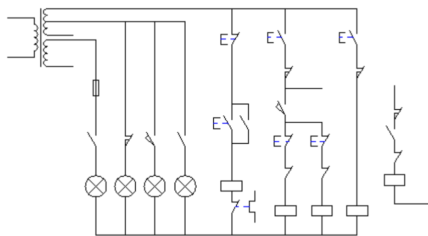


图 8-224　复制图形

（68）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-225 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接上边导线，效果如图 8-226 所示。

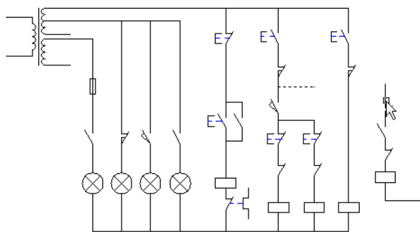


图 8-225　捕捉线头

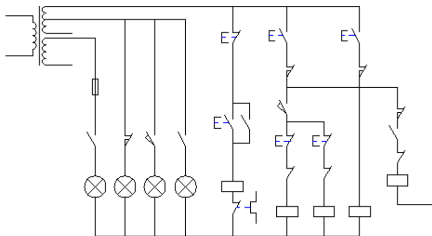


图 8-226　连接线路

（69）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 8-227 所示端点为复制基准点，以图 8-228 所示中点为复制目标点，把虚线所示图形复制一份，效果如图 8-229 所示。

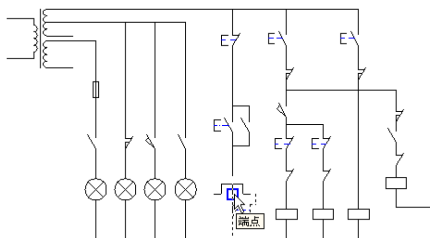


图 8-227　捕捉复制基准点

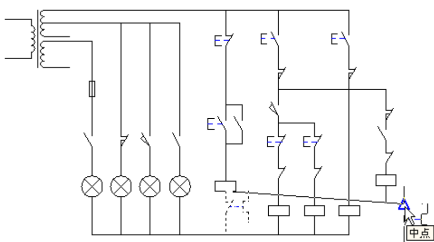
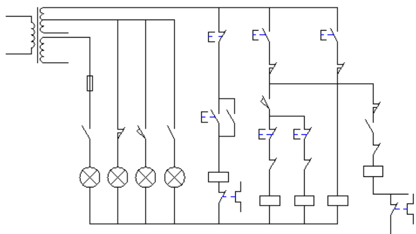
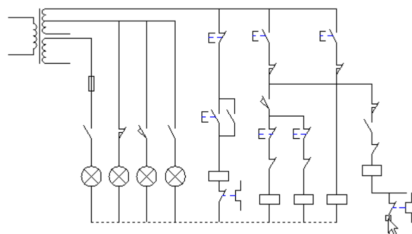


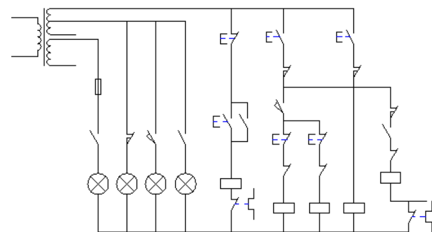
图 8-228　捕捉复制目标点

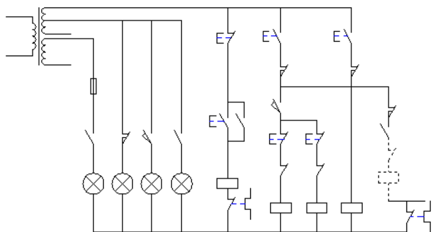
（70）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-230 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接上边导线，效果如图 8-231 所示。


图 8-229　复制图形


图 8-230　捕捉线头

（71）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 8-232 虚线所示图形下端点为复制基准点，以图 8-233 所示端点为复制目标点，把虚线所示图形复制一份，效果如图 8-234 所示。


图 8-231　连接线头


图 8-232　捕捉图形

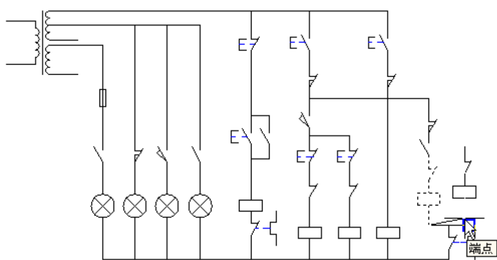
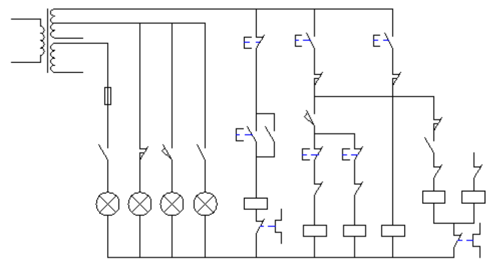
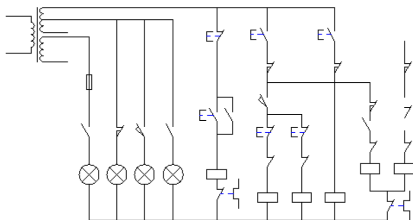


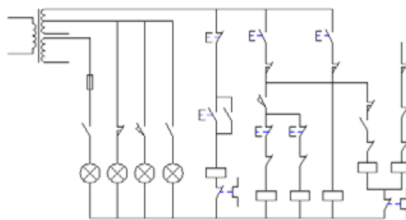
图 8-233　捕捉端点


图 8-234　复制图形

（72）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，从左边图形中复制如图 8-235 所示元器件符号到新线路上方。

（73）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，延伸新线路上的直线，使之成为完整的线路，效果如图 8-236 所示。


图 8-235　复制元器件符号


图 8-236　延伸直线



（74）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起点在如图 8-237 所示中点，方向向左的短横线，效果如图 8-238 所示。

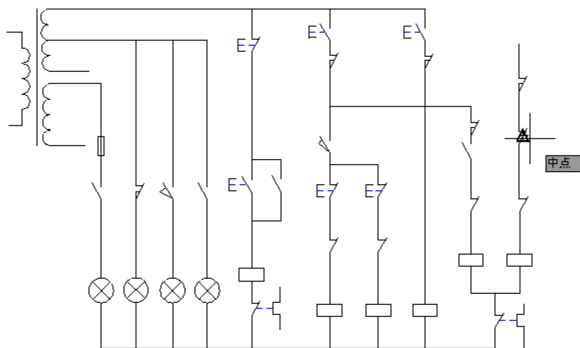
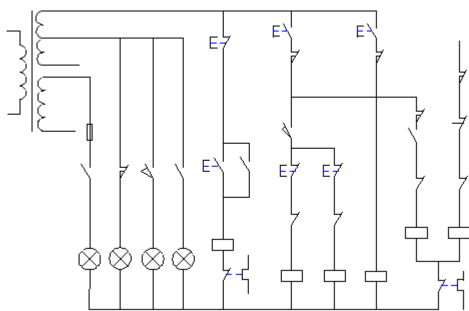
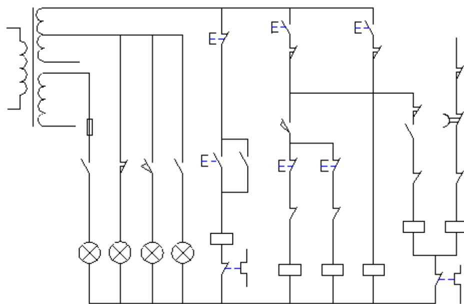


图 8-237　捕捉中点


图 8-238　绘制短直线

（75）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，在刚才绘制的直线下方绘制方向向左的短横线。单击“绘图”面板中的“圆弧”命令按钮，绘制一个圆弧形成常闭触点，效果如图 8-239 所示

（76）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-240 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接上边导线，效果如图 8-241 所示。


图 8-239　再次绘制短直线

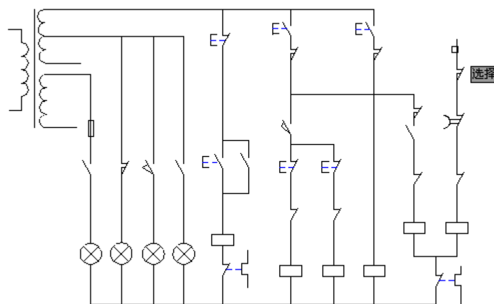
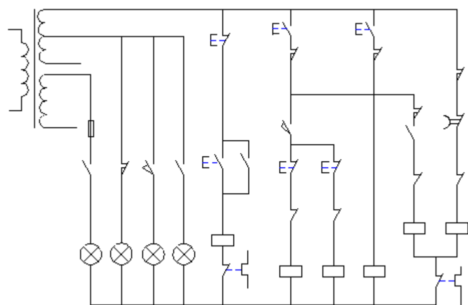
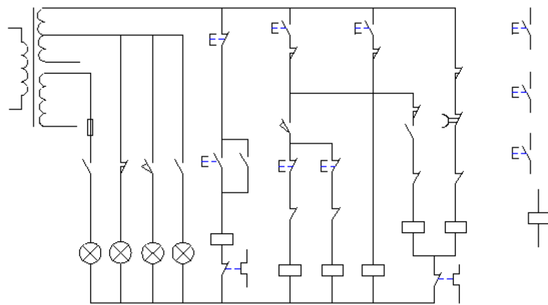


图 8-240　捕捉线头

（77）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，从左边复制若干元器件符号到右边，准备组成新电路，效果如图 8-242 所示。


图 8-241　连接电路


图 8-242　复制元器件符号



（78）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把这些元器件符号组成新电路，效果如图 8-243 所示。

（79）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-244 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接上边导线，效果如图 8-245 所示。

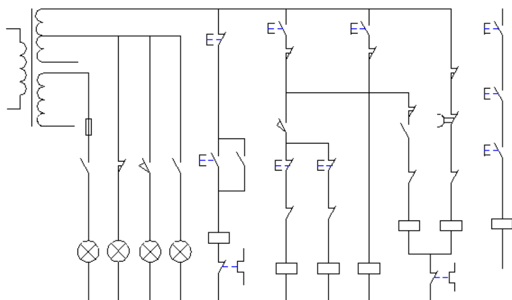


图 8-243　组成新电路

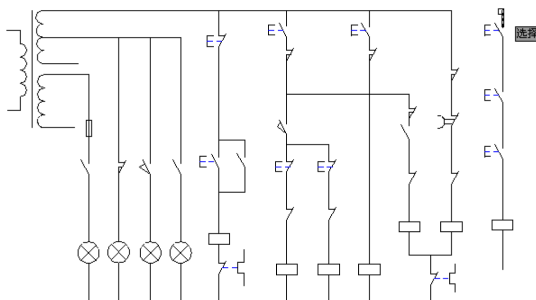


图 8-244　捕捉线头

（80）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-246 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接下边导线，如图 2-247 所示。

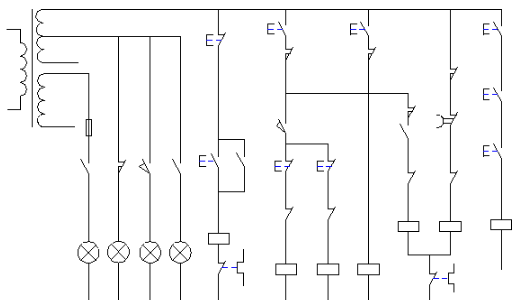


图 8-245　连接上边电路

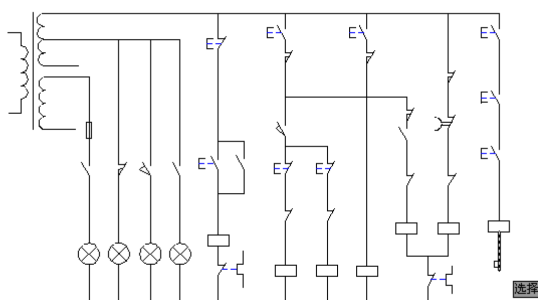


图 8-246　捕捉下边线头

（81）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以新电路中线为对称轴，把如图 8-248 光标所示两条斜线对称复制一份，并删除源对象，效果如图 8-249 所示。

（82）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以如图 8-249 虚线所示斜直线为延伸边界线，延伸光标所示两条直线，效果如图 8-250 所示。

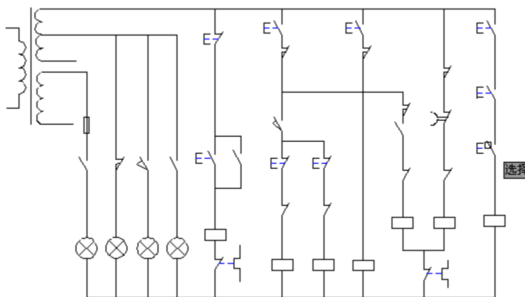


图 8-247　选择斜线

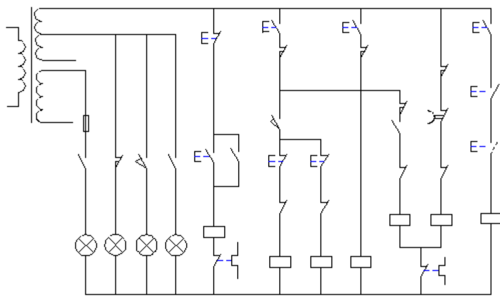


图 8-248　对称复制图形



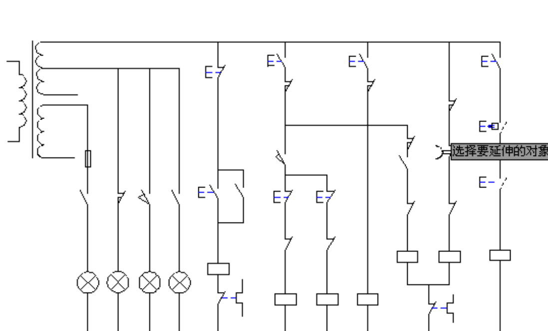


图 8-249　指示图形

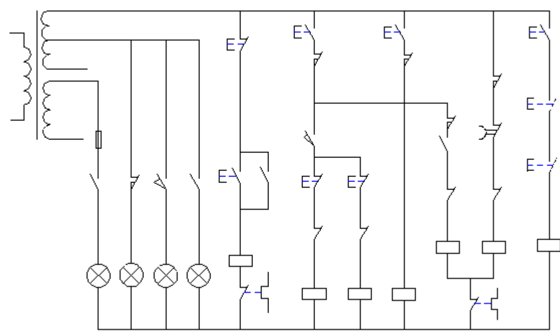


图 8-250　延伸图形

（83）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制一个元器件符号，效果如图 8-251 所示。

（84）单击“绘图”面板中的“圆弧”命令按钮，在新元器件符号左边绘制一个圆弧，效果如图 8-252 所示。

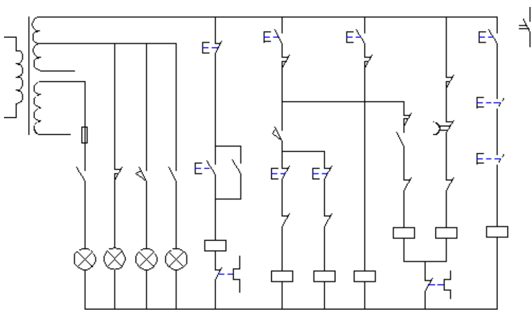


图 8-251　绘制元器件

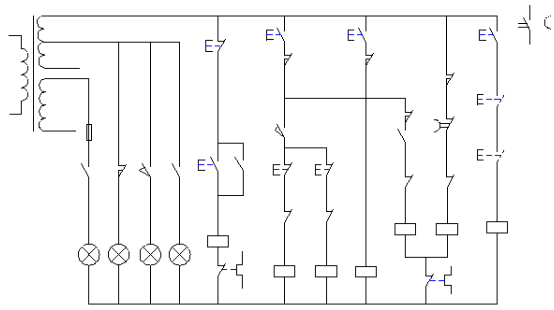


图 8-252　绘制圆弧

（85）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把圆弧以其中点为移动基准点，以图 8-253 所示端点为移动目标点移动，效果如图 8-254 所示。

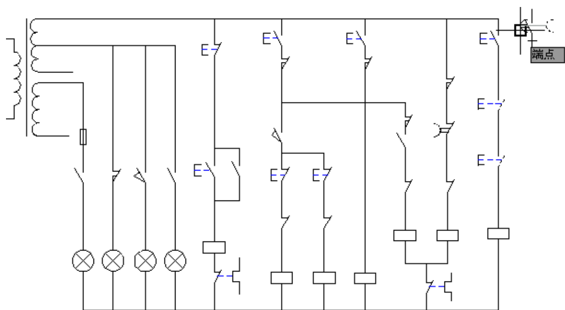


图 8-253　捕捉端点

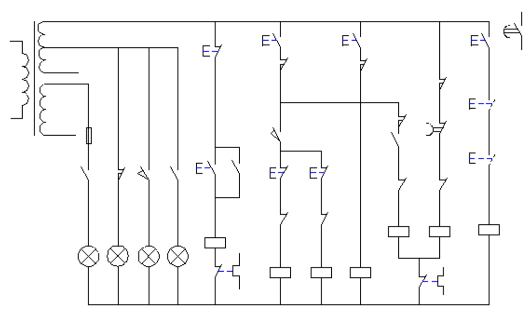


图 8-254　移动圆弧

（86）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，移动开关的位置，效果如图 8-255 所示。

（87）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 8-256 虚线所示直线的左端点为复制基准点，以图 8-256 所示最近点为复制目标点，把该直线向右复制一份，效果如图 8-257

所示。

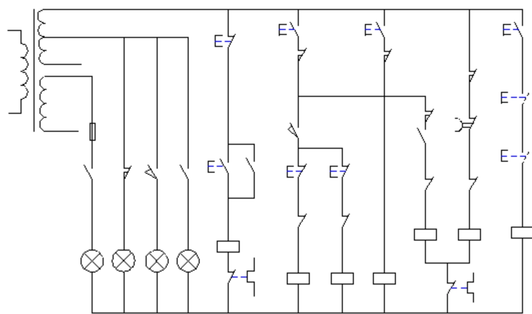


图 8-255　移动图形

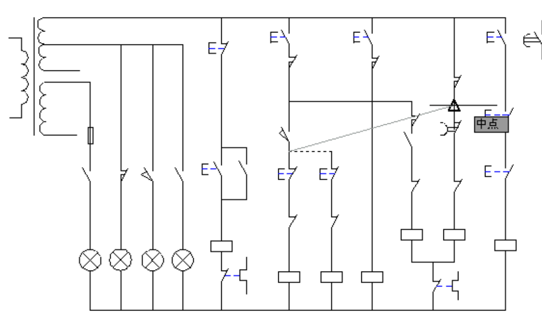


图 8-256　捕捉最近点

（88）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，参照以前连接电路的方法，连接新元器件的上边电路，效果如图 8-258 所示。

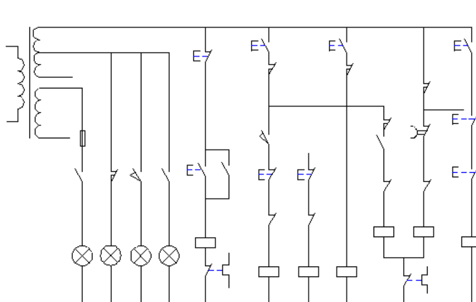


图 8-257　复制图形

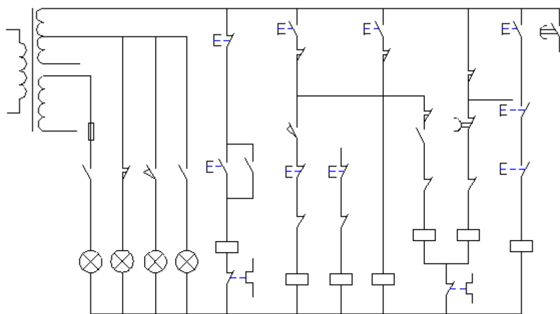


图 8-258　连接上边电路

（89）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-259 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接下边导线，效果如图 8-260 所示。

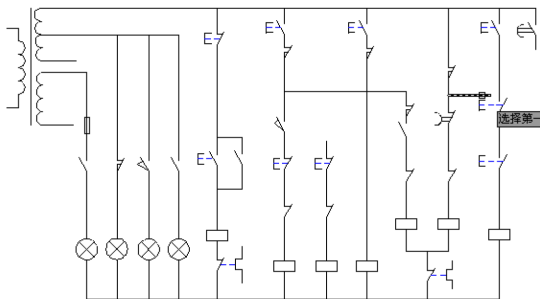


图 8-259　捕捉线头

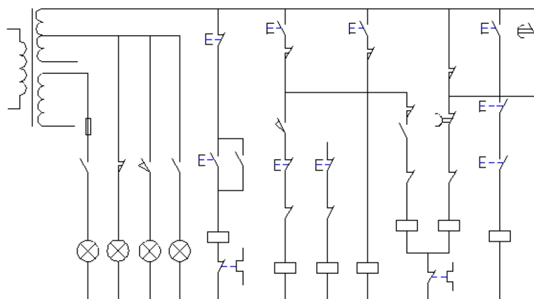


图 8-260　连接下边电路

（90）修改上面步骤绘制的绕组，使它成为受控绕组。单击“实用程序”面板中的“窗口”命令按钮，局部放大图形右下角，预备下一步操作。

（91）单击“绘图”面板中的“正多边形”命令按钮，绘制一个小等边三角形，效果如图 8-261 所示。



（92）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，从三角形顶点向左绘制一条横线，效果如图 8-262 所示。

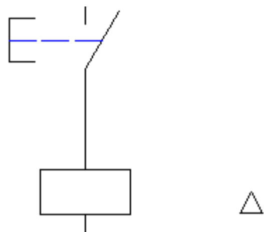


图 8-261　绘制小三角形

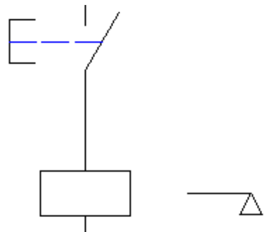


图 8-262　绘制横线

（93）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，从三角形底边中点向下绘制一条垂直线。

（94）在“特性”面板中的“选择颜色”下拉列表框中选择“蓝色”，将步骤 93 绘制的垂直线转换成蓝色，效果如图 8-263 所示。

（95）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以横线为对称轴，把三角形和垂直直线对称复制一份，效果如图 8-264 所示。

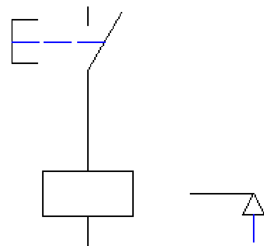


图 8-263　绘制并转换直线

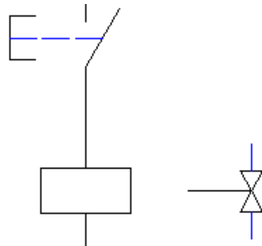


图 8-264　对称复制图形

（96）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把整个对三角图形以横线左端点为移动基准点，以图 8-265 所示中点为移动目标点进行移动，效果如图 8-266 所示。

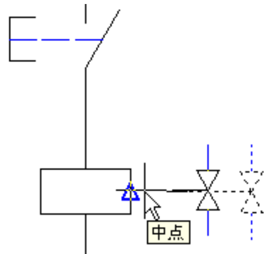


图 8-265　捕捉中点

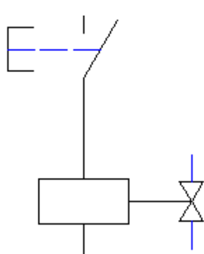


图 8-266　移动图形

（97）单击“实用程序”面板中的“上一个”命令按钮，恢复视图，效果如图 8-267 所示。

（98）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 8-268 虚线所示直线向左复制一份，效果如图 8-269 所示。



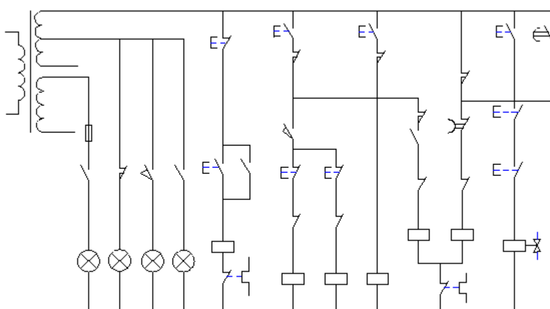


图 8-267　恢复视图

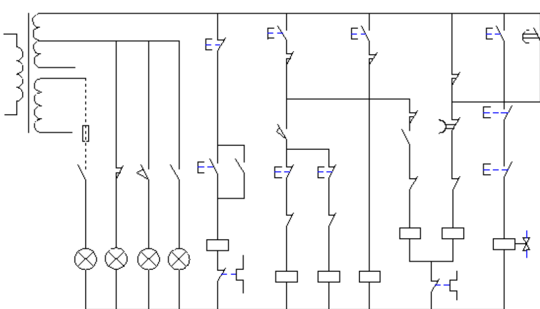


图 8-268　虚线图形

（99）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-270 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接导线，效果如图 8-271 所示。

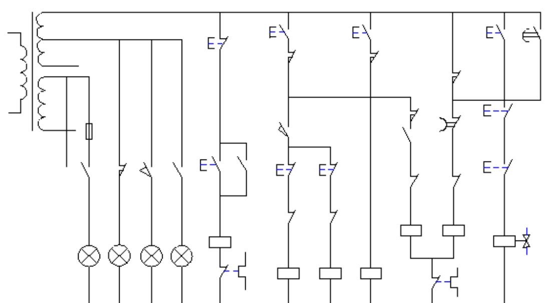


图 8-269　复制图形

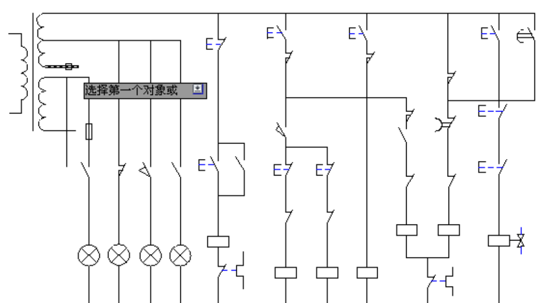


图 8-270　捕捉线头

（100）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-272 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接导线，效果如图 8-273 所示。

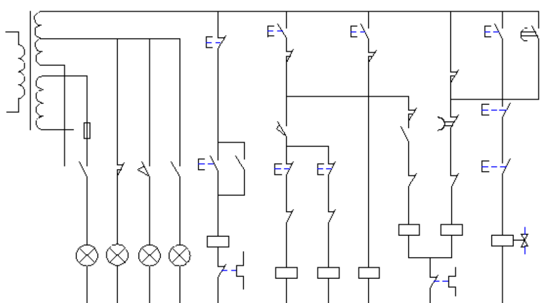


图 8-271　连接导线

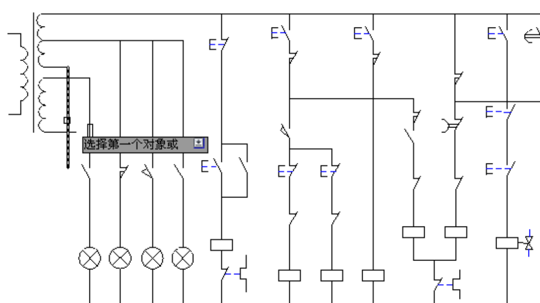


图 8-272　捕捉线头

（101）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-274 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接下边导线，效果如图 8-275 所示。

（102）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，适当调整图形，使其紧凑整齐，效果如图 8-276 所示。



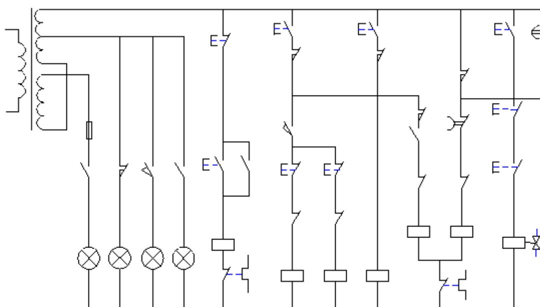


图 8-273　连接导线

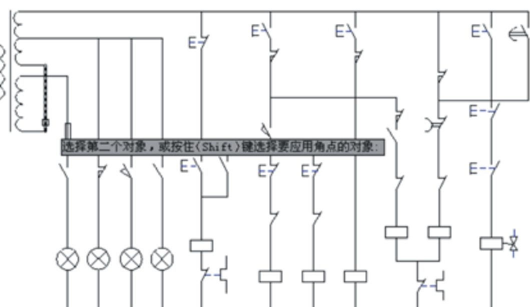


图 8-274　捕捉线头

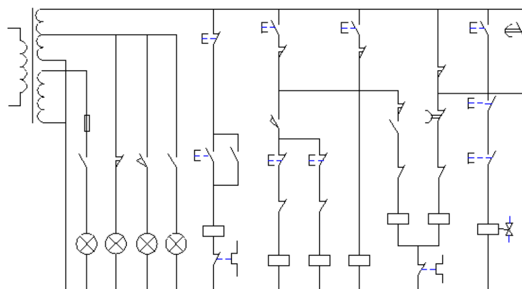


图 8-275　连接下边导线

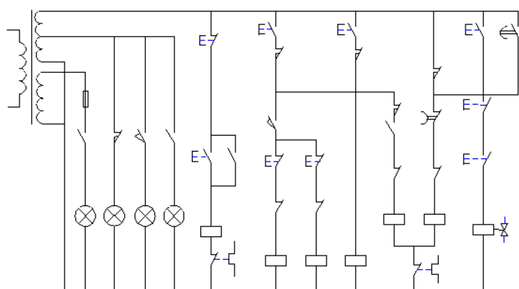


图 8-276　适当调整图形

（103）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 8-277 所示图形向右复制一份，效果如图 8-278 所示。

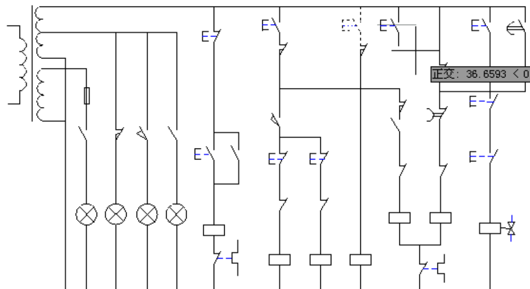


图 8-277　指示图形

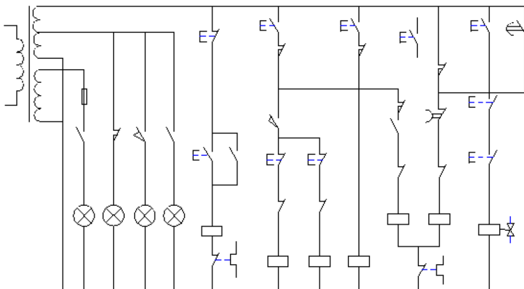


图 8-278　复制图形

（104）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以如图 8-279 虚线所示直线左端点为复制基准点，以图 8-279 所示的最近点为复制目标点复制图形，效果如图 8-280 所示。

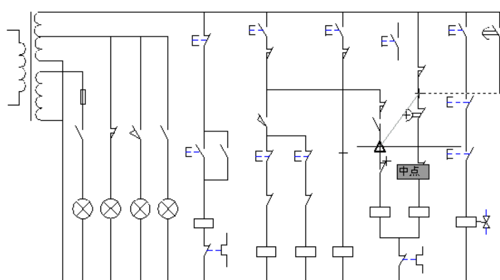


图 8-279　捕捉最近点

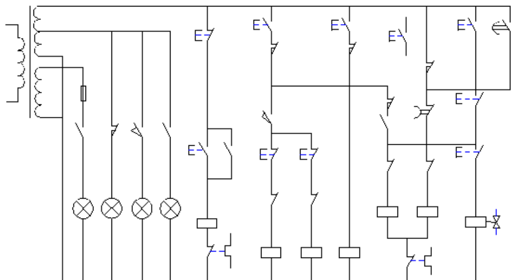


图 8-280　复制直线

（105）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-281 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接下边导线，效果如图 8-282 所示。

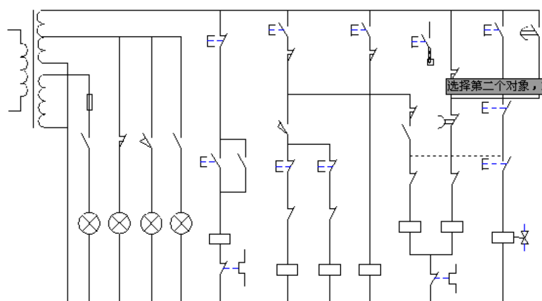


图 8-281　捕捉线头

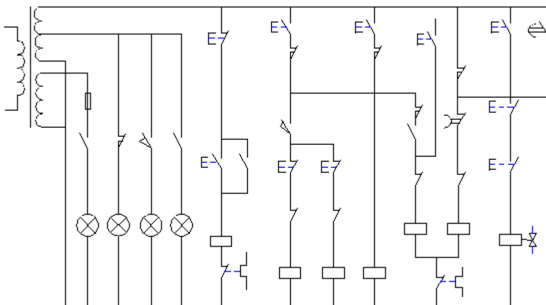


图 8-282　连接导线

（106）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-283 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接上边导线。对右边因此新产生的开路，可以用同样方法处理，效果如图 8-284 所示。

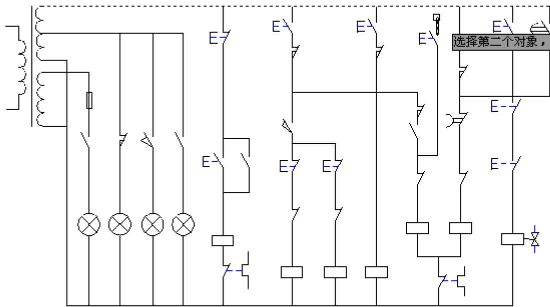


图 8-283　捕捉线头

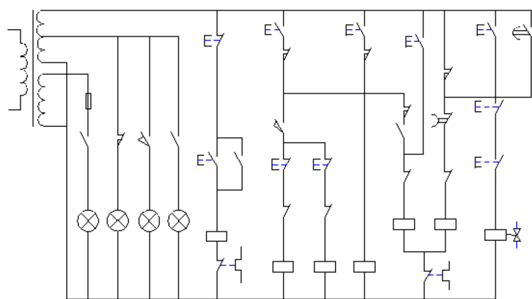


图 8-284　连接导线

2．标注文字与代号

操作步骤如下。

（1）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注变压器的输出端代号，结果如图 8-285 所示。

（2）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注第 1 排元器件的代号，结果如图 8-286 所示。

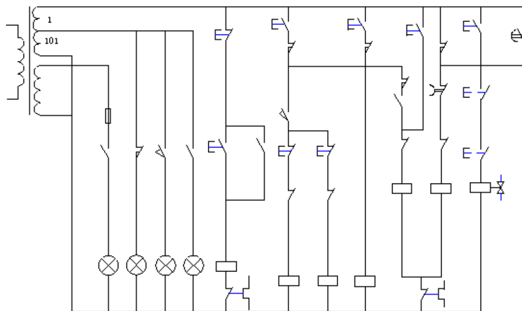


图 8-285　标注输出端代号

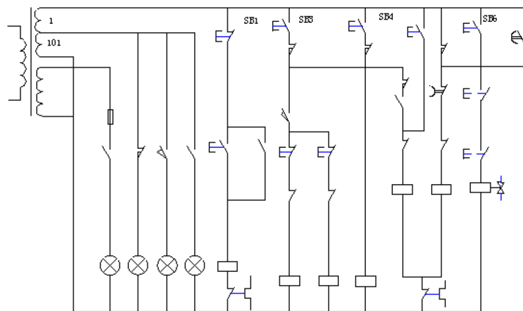


图 8-286　标注第 1 排元器件的代号



（3）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注第 2 排元器件的代号，结果如图 8-287 所示。

（4）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注第 3 排元器件的代号，结果如图 8-288 所示。

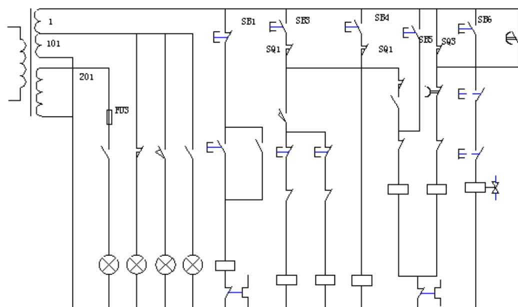


图 8-287　标注第 2 排元器件的代号

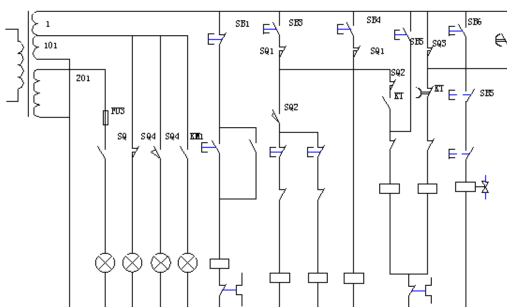


图 8-288　标注第 3 排元器件的代号

（5）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注第 4 排元器件的代号，结果如图 8-289 所示。

（6）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注第 5 排元器件的代号，结果如图 8-290 所示。

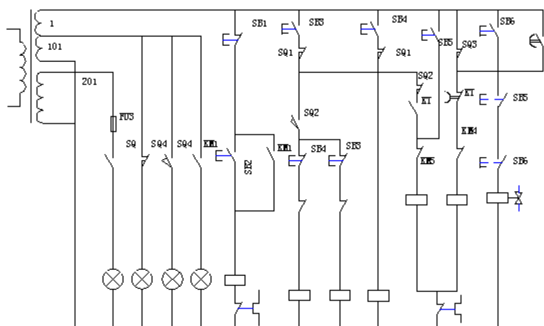


图 8-289　标注第 4 排元器件的代号

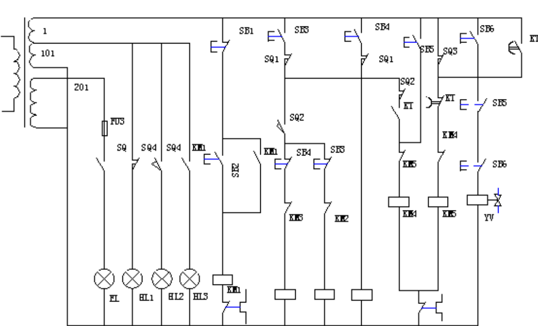


图 8-290　标注第 5 排元器件的代号

（7）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注第 6 排元器件的代号，结果如图 8-291 所示。

（8）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注若干接线端的编号“5”、“12”，结果如图 8-292 所示。

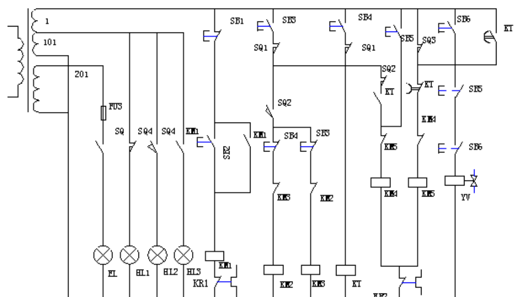


图 8-291　标注第 6 排元器件的代号

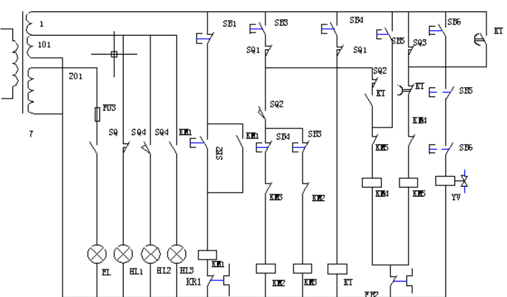


图 8-292　标注接线端的编号



（9）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注左边 4 条线的接线编号，结果如图 8-293 所示。

（10）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注第 5 条线的接线编号，结果如图 8-294 所示。

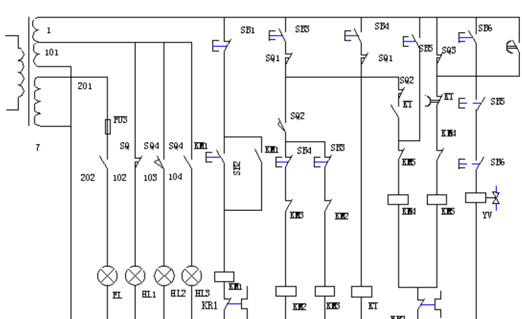


图 8-293　标注左边 4 条线的接线编号

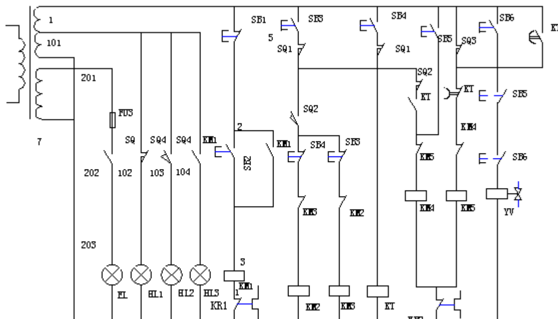


图 8-294　标注第 5 条线的接线编号

（11）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注第 6 条线的接线编号，结果如图 8-295 所示。

（12）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注第 7 条线的接线编号，结果如图 8-296 所示。

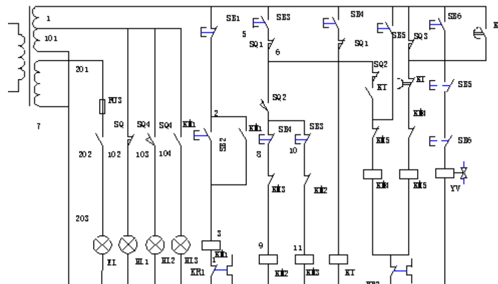


图 8-295　标注第 6 条线的接线编号

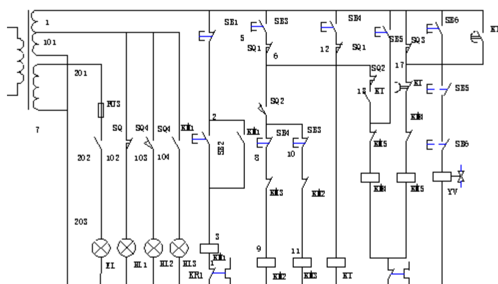


图 8-296　标注第 7 条线的接线编号

（13）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，标注第 8、9 条线的接线编号，结果如图 8-297 所示。

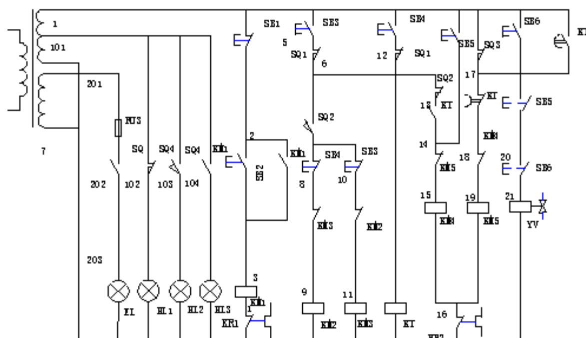


图 8-297　标注第 8、9 条线的接线编号



8.1.3　绘制完整的电路图

操作步骤如下。

（1）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把控制电路图以图 8-298 所示端点为移动基准点，以图 8-299 所示垂足为移动目标点进行移动。经移动接地线处于共线位置，效果如图 8-300 所示。

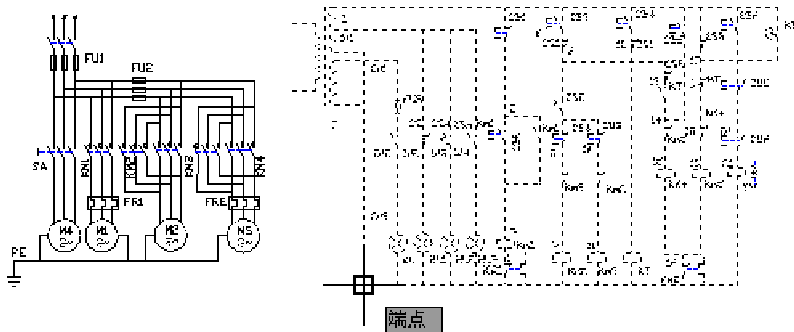


图 8-298　捕捉端点

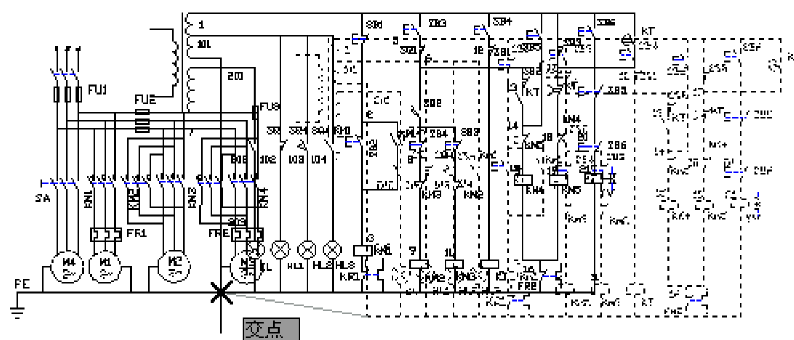


图 8-299　捕捉垂足

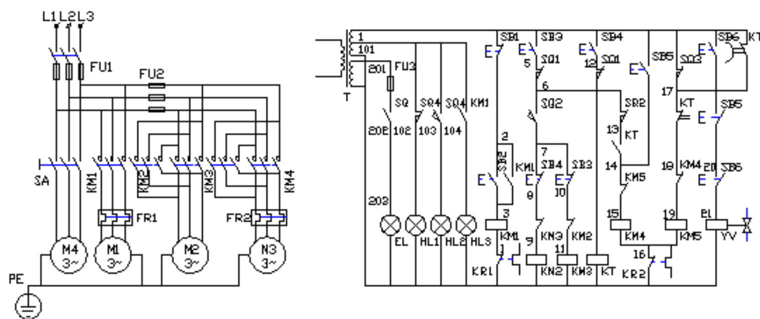


图 8-300　移动控制图

（2）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把控制电路图以图 8-301 所示端点

为移动基准点，以图 8-302 所示垂足为移动目标点移动，使变压器绕组位于主线上面，便于连接，效果如图 8-303 所示。

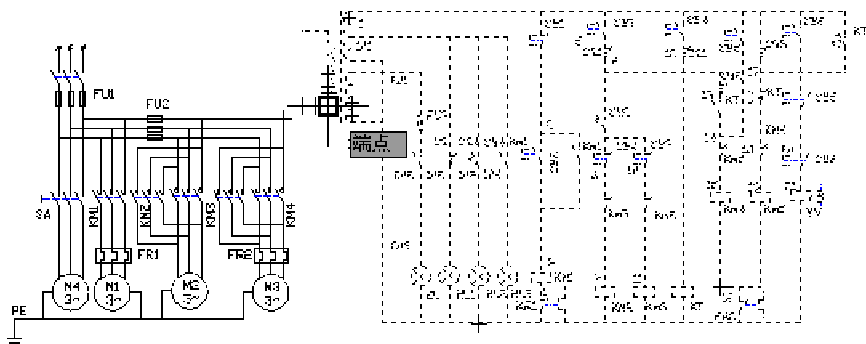


图 8-301　捕捉端点

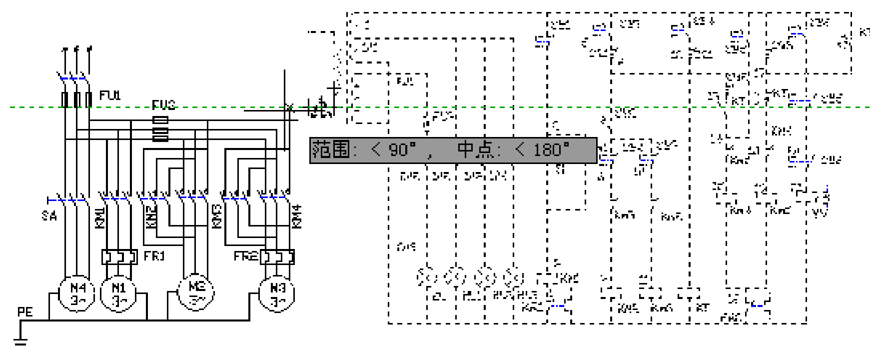


图 8-302　捕捉垂足

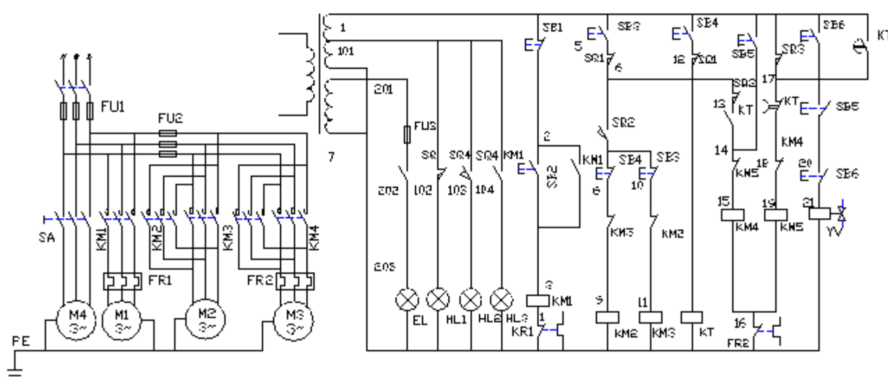


图 8-303　再次移动控制图

（3）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除如图 8-304 光标所示直线，效果如图 8-305 所示。



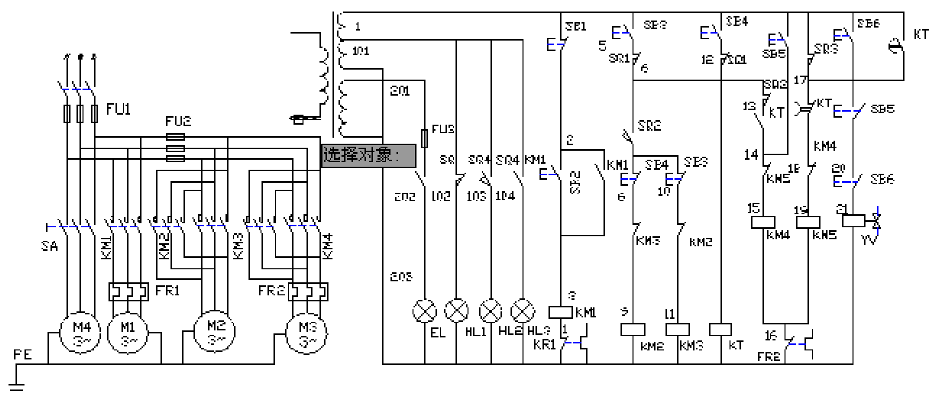


图 8-304　捕捉直线

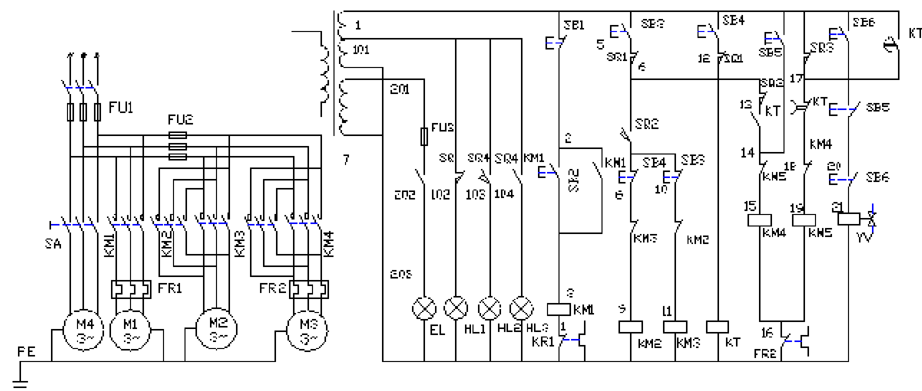


图 8-305　删除直线

（4）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-306 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接下边导线，效果如图 8-307 所示。

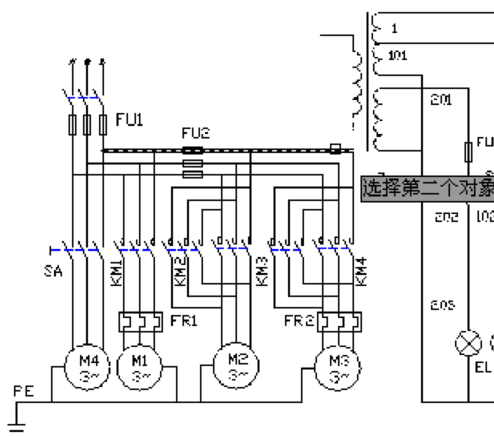


图 8-306　捕捉线头

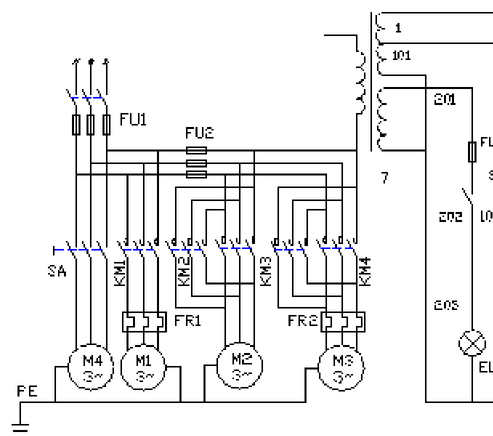


图 8-307　连接下边线头

（5）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-308 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接下边导线，效果如图 8-309 所示。

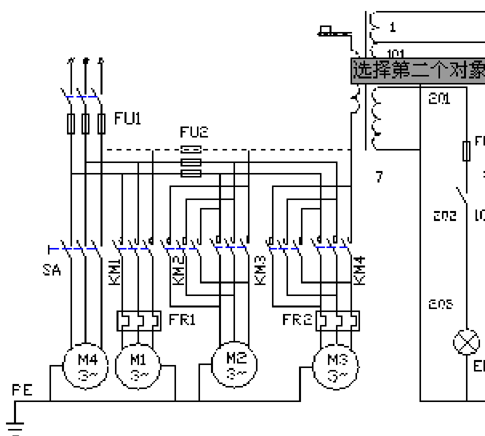


图 8-308　捕捉线头

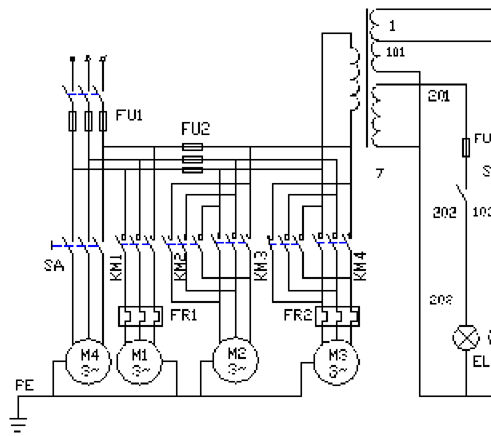


图 8-309　连接上边线头

（6）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-310 虚线和光标所示直线之间相互倒圆角，圆角半径为 0，连接接地线。效果如图 8-311 所示，此图即是成图。

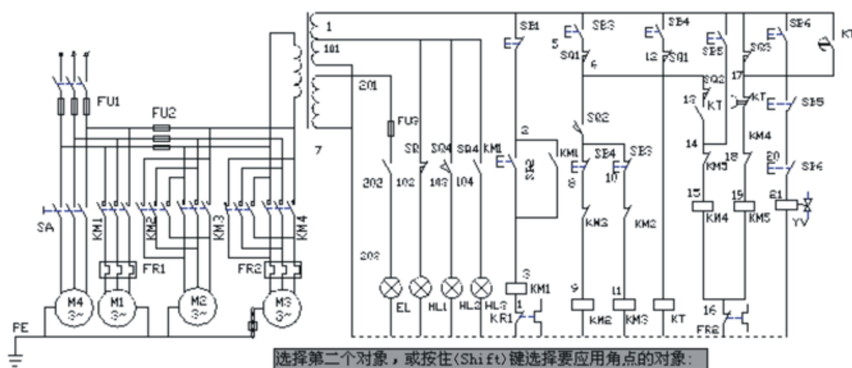


图 8-310　捕捉线头

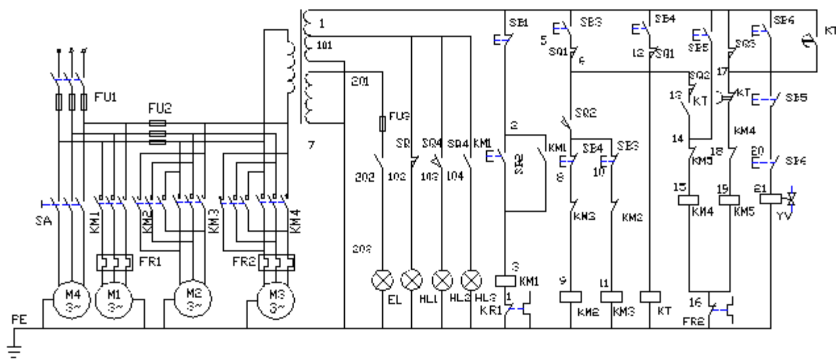


图 8-311　连接地线



8.2　轿车电气一次设计图



制作思路

轿车电气图的特点是：各个元器件的位置与实际安装位置对应，并且使用专用的、但几乎一样的元器件。本例将绘制若干汽车专用的电气元器件符号，然后适当安置它们的位置，最后连接导线，并用文字注明。

8.2.1　主要元器件符号

1．发电机

绘制步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制ϕ20 圆，效果如图 8-312 所示。

（2）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在ϕ20 圆中标注文字“发电机与调节器”，效果如图 8-313 所示。

（3）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在ϕ20 圆左上角绘制 4 个小圆，作为接线柱的表示，效果如图 8-314 所示。

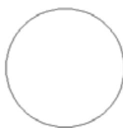


图 8-312　绘制圆



图 8-313　标准文字



图 8-314　绘制小圆

（4）单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，使用本图层颜色给刚才所绘制 4 个小圆填充颜色，效果如图 8-315 所示。

（5）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，在接线柱旁边标注标示文字，效果如图 8-316 所示。



图 8-315　填充小圆



图 8-316　标注接线柱

2．蓄电池

绘制步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制尺寸为 20×10 的矩形，效果如图 8-317 所示。

（2）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把矩形 20×10 向里边偏移复制一份，偏移距离为 1，效果如图 8-318 所示。





图 8-317　绘制矩形

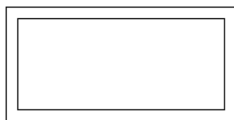


图 8-318　偏移复制矩形

（3）选择里边的矩形，然后在“特性”面板中把线型改成虚线，如图 8-319 所示。如果没有虚线可以单击“其他”项目加载虚线，效果如图 8-320 所示。



图 8-319　选择虚线

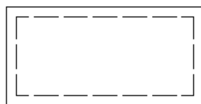


图 8-320　改变线型

（4）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在矩形下边绘制两个小圆。然后单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮 A，在小圆里边标注表示电源正负极的文字“+”和“-”，效果如图 8-321 所示。

（5）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，在负电极下方绘制小矩形作为接线柱，效果如图 8-322 所示。

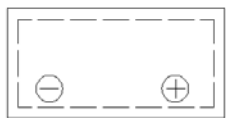


图 8-321　绘制电极图标

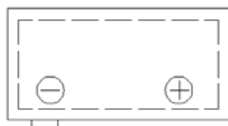


图 8-322　绘制一个接线柱

（6）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，在正电极下方绘制小矩形作为接线柱，效果如图 8-323 所示。

（7）单击“绘图”面板中的“正多边形”命令按钮，在负电极接线柱下方绘制外接圆半径为 1 的等边三角形，效果如图 8-324 所示。

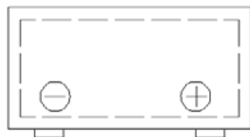


图 8-323　绘制另一个接线柱

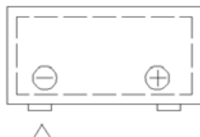


图 8-324　绘制等边三角形

（8）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制三角形顶点和左边接线柱之间的连线，效果如图 8-325 所示。

（9）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制三角形底边上的加长线作为接地线使用，效果如图 8-326 所示。

（10）单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，使用本图层颜色给接线柱和三角形填充颜色，效果如图 8-327 所示。



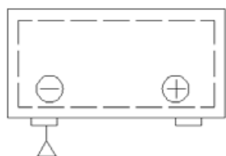


图 8-325　绘制连线

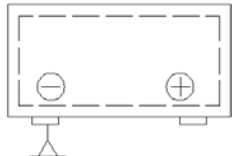


图 8-326　绘制加长线

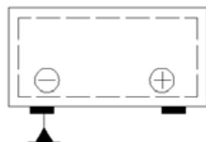


图 8-327　填充颜色

3. 示廓灯

绘制步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制ϕ10 圆，效果如图 8-328 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，在如图 8-329 所示位置绘制方向垂直向上的直线。

（3）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把刚才绘制的垂直直线向右边偏移复制一份，复制距离为 4，效果如图 8-330 所示。

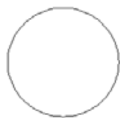


图 8-328　绘制圆



图 8-329　绘制直线



图 8-330　偏移复制垂直直线

（4）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以ϕ10 圆垂直直径为对称轴，把两条直线对称复制一份，效果如图 8-331 所示。

（5）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把如图 8-332 虚线所示直线和光标所示线头相互倒圆角，效果如图 8-333 所示。

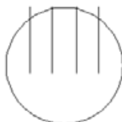


图 8-331　对称复制两条直线

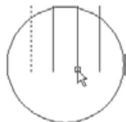


图 8-332　选择直线



图 8-333　倒圆角

（6）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把剩下两条直线下边的线头相互倒圆角，效果如图 8-334 所示。

（7）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把中间两条直线上边线头相互倒圆角，效果如图 8-335 所示。



图 8-334　再次倒圆角

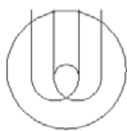


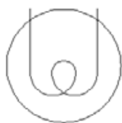
图 8-335　第 3 次倒圆角

（8）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把刚才绘制的圆角向下移动，使它与下边圆弧接触，效果如图 8-336 所示。

（9）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除中间两条直线，效果如图 8-337

所示。


图 8-336 移动圆角


图 8-337 删除直线

4．停车/转向信号灯

绘制步骤如下。

（1）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把上边绘制的示廓灯向右复制一份，使灯丝相互接触，效果如图 8-338 所示。

（2）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除两个圆，效果如图 8-339 所示。

（3）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制包含新灯丝的圆，效果如图 8-340 所示。

（4）单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮，把灯丝上的直线拉长到圆外，效果如图 8-341 所示。

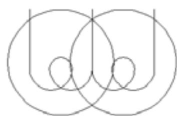

图 8-338 复制灯具


图 8-339 删除两个圆


图 8-340 绘制圆


图 8-341 拉长灯丝

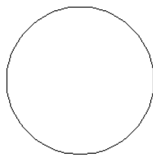
5．起动机

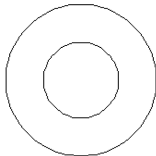
绘制步骤如下。

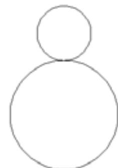
（1）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制ϕ20 圆，效果如图 8-342 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制与ϕ20 圆同心的ϕ10 圆，效果如图 8-343 所示。

（3）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把ϕ10 圆以其下边象限点为移动基准点，以ϕ20 圆的上边象限点为移动目标点进行移动，效果如图 8-344 所示。


图 8-342 绘制圆


图 8-343 绘制圆


图 8-344 移动圆

（4）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制圆心在ϕ10 圆左、右和上边的ϕ2 圆，效果如图 8-345 所示。

（5）单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，使用本图层颜色给ϕ2 圆填充颜色，效果如图 8-346 所示。





图 8-345　绘制小圆

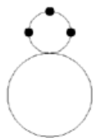


图 8-346　填充小圆

6. 前大灯

绘制步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制ϕ20 圆。然后在它的左边绘制长度为 5 的垂直直线，效果如图 8-347 所示。

（2）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮，把垂直直线向右移动，移动距离为 3，效果如图 8-348 所示。

（3）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把垂直直线向右边偏移复制一份，复制距离为 5，效果如图 8-349 所示。



图 8-347　绘制圆和直线



图 8-348　移动直线



图 8-349　偏移复制直线

（4）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，以圆为延伸边界线，延伸左边的垂直直线，效果如图 8-350 所示。

（5）单击“修改”面板中的“偏移”命令按钮，把左边垂直直线向右边偏移复制一份，复制距离为 1，效果如图 8-351 所示。

（6）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以左边垂直直线为修剪边修剪圆，结果如图 8-352 所示。



图 8-350　延伸直线

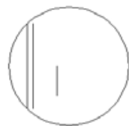


图 8-351　偏移复制直线



图 8-352　修剪圆

（7）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制右边两条直线的下端点连线，效果如图 8-353 所示。

（8）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，把左边两条直线的下端相互倒圆角，效果如图 8-354 所示。

（9）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除中间的直线，效果如图 8-355 所示。



图 8-353　绘制连线



图 8-354　圆角操作



图 8-355　删除直线



（10）单击“修改”面板中的“镜像”命令按钮，以圆弧的水平对称轴为对称轴，把下边的图形对称复制一份，效果如图 8-356 所示。

（11）把以前绘制过的电感器符号复制一份，并且按如图 8-357 所示放置，作为灯丝使用。



图 8-356　对称复制图形

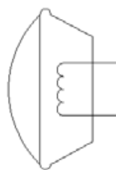


图 8-357　贴入灯丝图形

（12）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，以图 8-358 虚线所示图形的下端点为复制基准点，以最近点为复制目标点，把虚线所示图形复制一份，效果如图 8-359 所示。

（13）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，在右边灯体轮廓上绘制两条短横线，完成整个前灯符号的绘制，效果如图 8-360 所示。

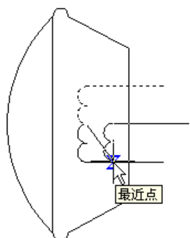


图 8-358　捕捉最近点

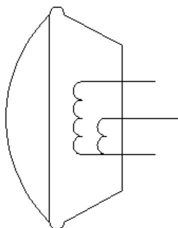


图 8-359　复制图形

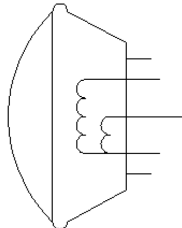


图 8-360　绘制短横

7．分电器

绘制步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制ϕ20 圆，效果如图 8-361 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在ϕ20 圆左下角绘制一个小圆，效果如图 8-362 所示。

（3）单击“修改”面板中的“阵列”命令按钮，以ϕ20 圆的圆心为阵列中心，把小圆环形阵列 4 个，效果如图 8-363 所示。

（4）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，在小圆中标注文字，表示分电器的端头，效果如图 8-364 所示。

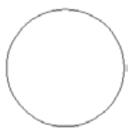


图 8-361　绘制大圆

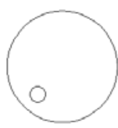


图 8-362　绘制小圆

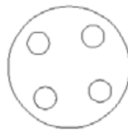


图 8-363　阵列小圆

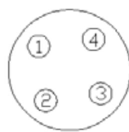


图 8-364　标注文字

（5）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在ϕ20 圆中心绘制一个小圆，所示效果如图 8-365 所示。

（6）单击“绘图”面板中的“圆弧”命令按钮，在中心小圆外面绘制半个圆弧，效



果如图 8-366 所示。

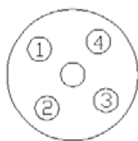


图 8-365　绘制小圆

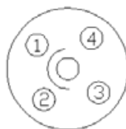


图 8-366　绘制圆弧

（7）单击“绘图”面板中的“多段线”命令按钮，通过改变线宽的方法绘制箭头，效果如图 8-367 所示。

（8）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在大圆外周上绘制 4 个小圆，效果如图 8-368 所示。

（9）单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，使用本图层颜色给大圆外周上绘制的 4 个小圆填充颜色，作为接线柱使用，效果如图 8-369 所示。

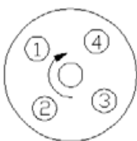


图 8-367　绘制箭头

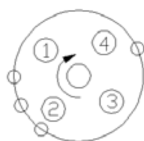


图 8-368　绘制 4 个小圆

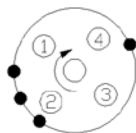


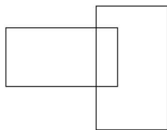
图 8-369　填充 4 个小圆

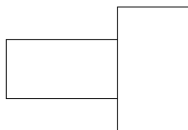
8．机油温度传感器

绘制步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制如图 8-370 所示两个矩形。

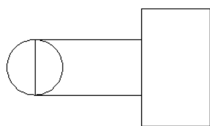
（2）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮移动矩形，使它们接触的边的中点对齐，效果如图 8-371 所示。

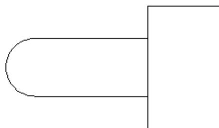

图 8-370　绘制矩形


图 8-371　移动矩形

（3）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，以左边矩形的左边为直径绘制圆，效果如图 8-372 所示。

（4）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，按如图 8-373 所示修剪图形。


图 8-372　绘制圆


图 8-373　修剪图形

8.2.2 电路图

绘制步骤如下。

（1）前面绘制的为汽车主要元器件，用户自行绘制其他轿车需要用的元器件，按如图 8-374 所示布置它们。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制灯具的接地线和右边本电路图的界线。注意双灯丝的灯头，接地线应该是公共的线头，效果如图 8-375 所示。

（3）从其他图形中复制一个接地线符号，安置在灯具接地线的中部左侧，效果如图 8-376 所示。

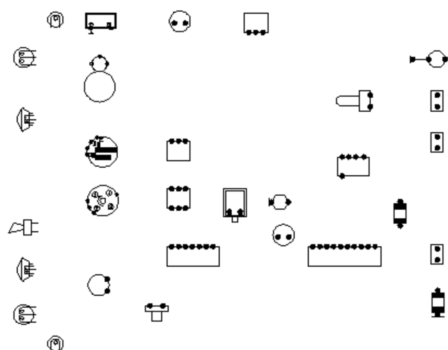


图 8-374 布置元器件

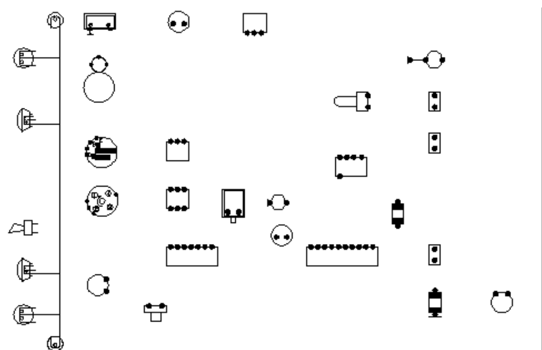


图 8-375 绘制接地线

（4）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制圆心在接地线上交点的小圆，然后单击“绘图”面板中的“图案填充”命令按钮，使用本图层颜色填充这些小圆，作为线之间接触的节点，效果如图 8-377 所示。

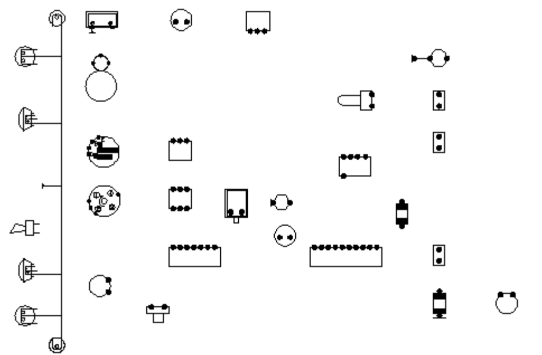


图 8-376 安置接地线符号

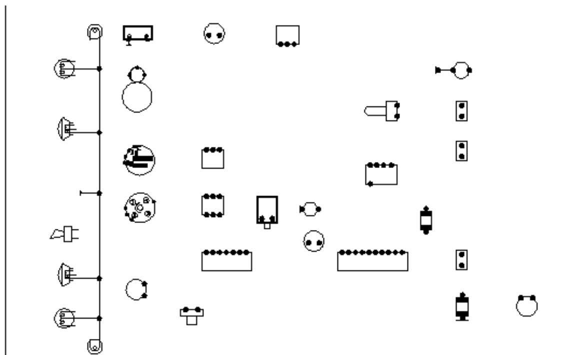


图 8-377 绘制界线

（5）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，延伸灯头上的其他接线到右边直线上，效果如图 8-378 所示。

（6）单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮，把示廓灯上另一条线头延伸到刚才延伸的直线上，并作出节点，效果如图 8-379 所示。

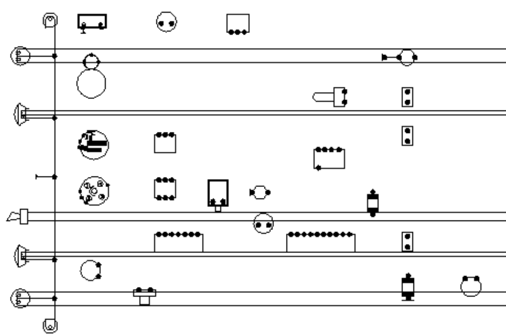


图 8-378　延伸线头

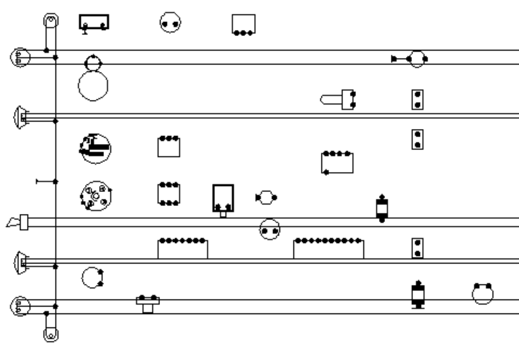


图 8-379　延伸示廓灯上的线头

（7）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制发电机符号与其他元器件的连线，效果如图 8-380 所示。

（8）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制蓄电池符号与其他元器件的连线，效果如图 8-381 所示。

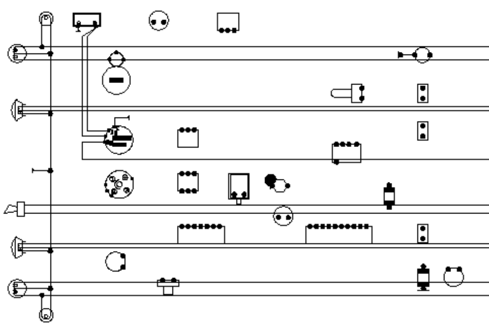


图 8-380　发电机的连线

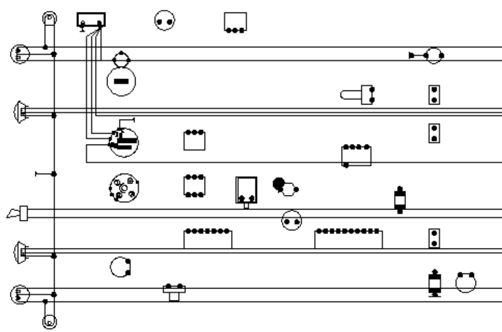


图 8-381　蓄电池的连线

（9）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制起动机符号与其他元器件的连线，效果如图 8-382 所示。

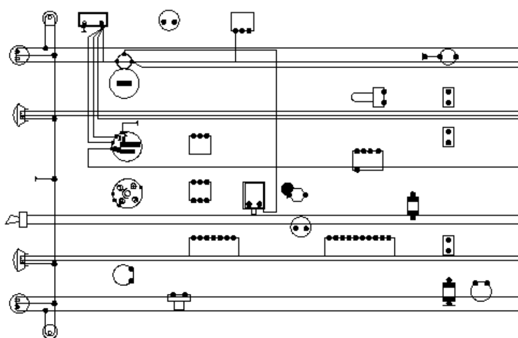


图 8-382　起动机的连线

（10）在“特性”面板中的“选择线型”下拉列表框中选择如图 8-383 所示的线型，单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制冷起动开关符号与其他元器件的连线，效

果如图 8-384 所示。

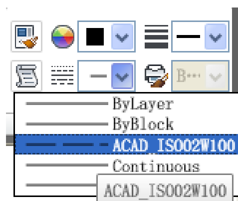


图 8-383　选择的线型

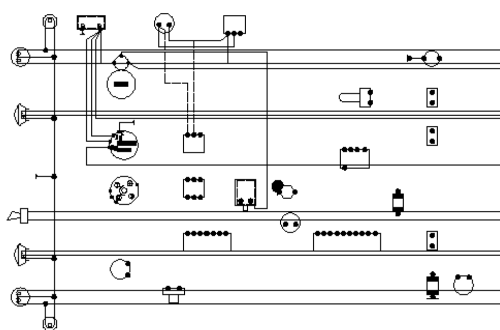


图 8-384　冷起动开关的连线

（11）在如图 8-383 所示的“选择线型”下拉列表中选择最初的线型，单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制热电定时开关符号上的接地线，效果如图 8-385 所示。

（12）选择如图 8-383 所示的线型，单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制冷起动继电器符号与其他元器件的连线，效果如图 8-386 所示。

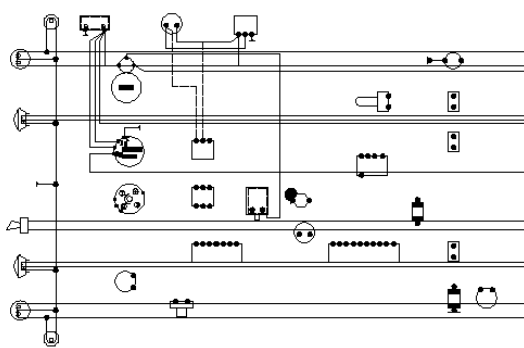


图 8-385　热电定时开关的地线

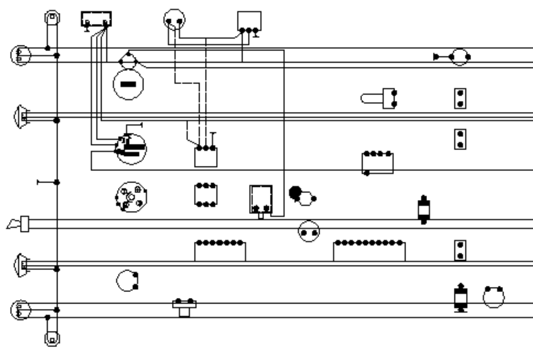


图 8-386　冷起动继电器的连线

（13）适当调整图形的位置，单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把点火线圈向下复制一份，效果如图 8-387 所示。

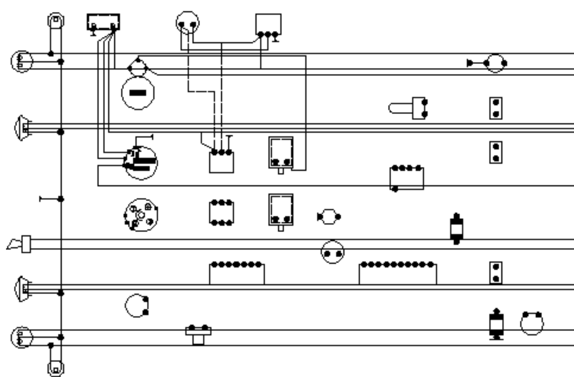


图 8-387　复制点火线圈



（14）适当调整图形的位置，并根据要绘制的直线在如图 3-383 中选择合适的线型。单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制分电器符号与其他元器件的连线，效果如图 8-388 所示。

（15）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制其他电路，效果如图 8-389 所示。

（16）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮 A，标注元器件的名称，效果如图 8-390 所示。

（17）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除右边的电路图界线，然后单击“移动”命令按钮和“拉伸”命令按钮，修整图形，完成整幅图形的绘制，效果如图 8-391 所示。

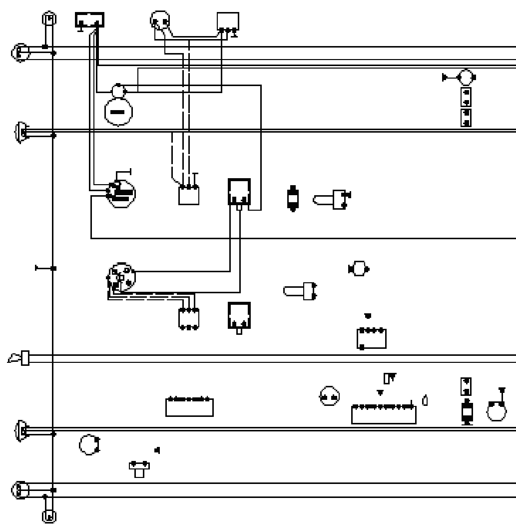


图 8-388　分电器符号的连线

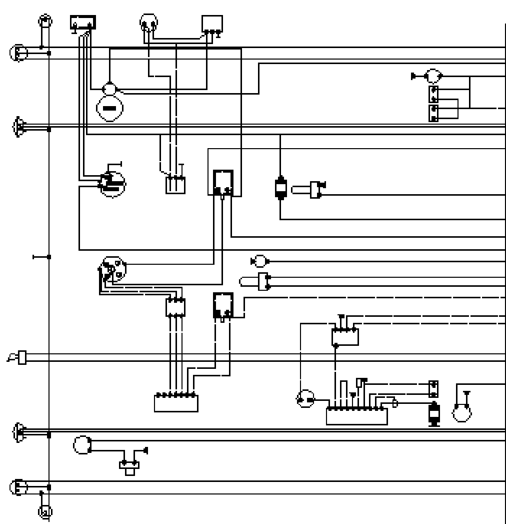


图 8-389　其他电路

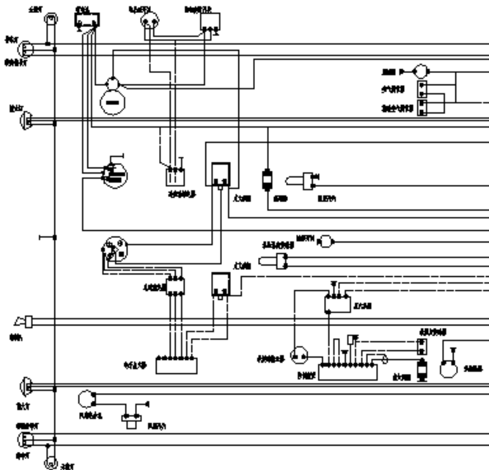


图 8-390　标注元器件的名称

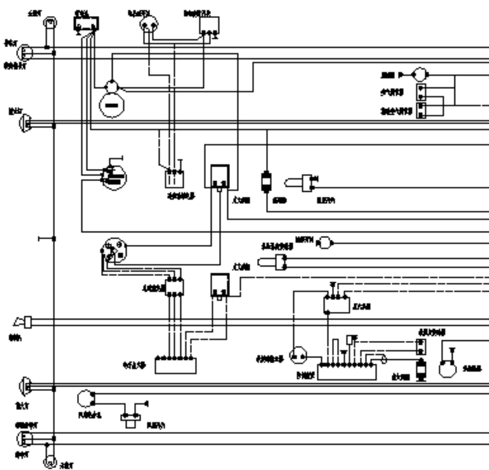


图 8-391　整幅图形效果图

1
2
3
4
5
6
7
8
第 9 章
附录

第 9 章　通用电动机控制设计

知识导引

在日常的生产生活中，绝大部分消耗的电能都是由各种电动机消耗的。不管是直流电动机也好，还是交流电动机也好，都是靠把电能转化为机械能进行工作的。如果没有电动机进行这种能量形式的转化，将会给生产生活带来极大不便。鉴于电动机的地位如此重要，所以把电动机控制的CAD 制图单独列为一章，并结合 AutoCAD 2011 的强大绘图功能，使读者可以快速掌握电动机控制 CAD 绘图的一般应用。又因为在电动机的两大类型之中，尤以交流电动机的数量为多，远远超过直流电动机的数量，并且交流电动机是未来电动机控制的发展方向，所以本章所绘图样皆以交流电动机的控制为主。应用到直流电动机时，控制原理不变，只需把供电方式改变即可。本章将从最基本的电动机控制方式的 Auto CAD 2011 图样绘制开始，步步深入，直到完成当今流行的变频控制原理图的绘制。

9.1　单个电动机的起动/停止控制原理图



制作思路

本节介绍单个电动机的起动/停止控制原理图，是交流电动机控制图样的基础，同时也是最简单最基本的电动机控制电路，学好本节将为后面的学习打下良好的基础。本例将先绘制主供电电路，然后绘制控制电路。

9.1.1　主电路绘制

本图的第一个环节是主供电回路，它给电动机提供工作电源。绘制步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制单相断路器符号，效果如图 9-1 所示。

（2）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把单相断路器符号向右复制两份，距离相等，形成三相断路器，效果如图 9-2 所示。

（3）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，并且选取虚线，绘制三相断路器开关连线，以表示此断路器为三相断路器，效果如图 9-3 所示。





图 9-1　单相断路器

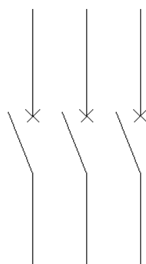


图 9-2　三相断路器

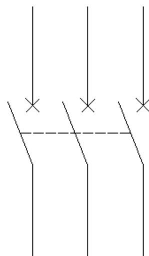


图 9-3　绘制连线

（4）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 9-4 所示虚线方框中的图形向上复制一份，效果如图 9-5 所示。

（5）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除复制图形上的交叉，效果如图 9-6 所示。

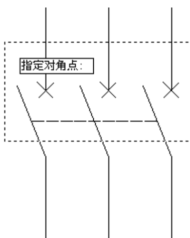


图 9-4　选择复制图形



图 9-5　复制图形



图 9-6　删除交叉

（6）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制隔离开关符号，效果如图 9-7 所示。

（7）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制熔断器符号，效果如图 9-8 所示。

（8）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制圆作为进线端子，效果如图 9-9 所示。

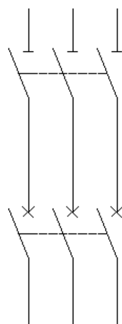


图 9-7　绘制隔离开关

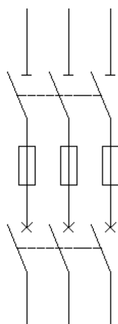


图 9-8　绘制熔断器

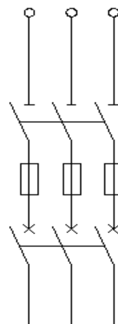
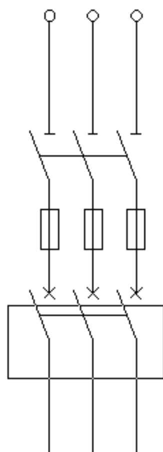
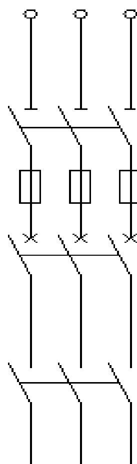


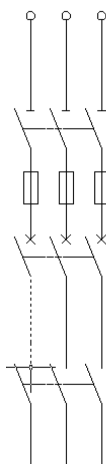
图 9-9　绘制端子

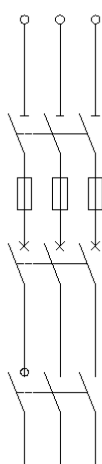
（9）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 9-10 所示方框中的图形向下复制一份，效果如图 9-11 所示。

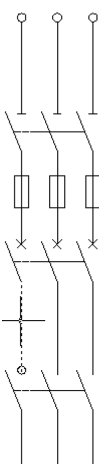

图 9-10　选择复制图形

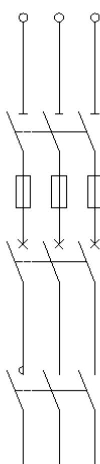

图 9-11　复制图形

（10）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在图 9-12 所示的鼠标点绘制圆，效果如图 9-13 所示。然后单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，以图 9-14 虚线所示直线为修剪边，修剪掉直线右面的半圆，即是接触器触点，结果如图 9-15 所示。


图 9-12　取点


图 9-13　绘制圆


图 9-14　选择修剪边


图 9-15　接触器触点

（11）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把刚才所绘制触点向右复制，即为三相接触器，效果如图 9-16 所示。

（12）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把图 9-10 选择图形向下复制，效果如图 9-17 所示。

（13）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除刚才复制图形上的常开符号，效果如图 9-18 所示。

（14）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制热继电器符号，效果如图 9-19 所示。



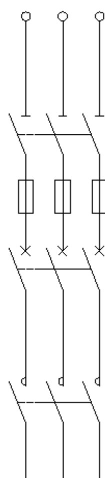


图 9-16　三相接触器

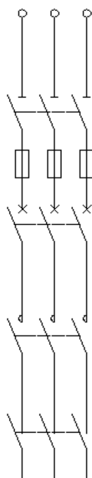


图 9-17　复制图形

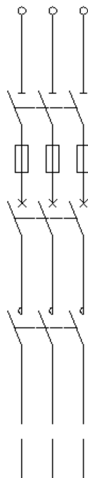


图 9-18　删除图形

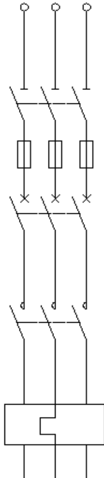


图 9-19　绘制热继电器

（15）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制电动机符号，效果如图 9-20 所示。

（16）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，在电动机符号内标注文字，指示此电动机为三相异步电动机，效果如图 9-21 所示。

（17）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制主供电回路到电动机的连线，效果如图 9-22 所示。

（18）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，修剪掉圆里面的直线，结果如图 9-23 所示。

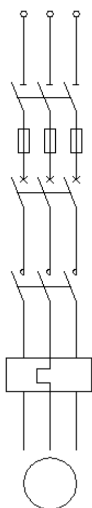


图 9-20　绘制电动机符号

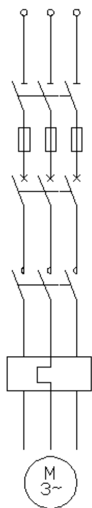


图 9-21　标注电动机文字

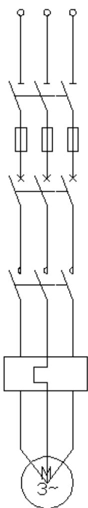


图 9-22　绘制电路

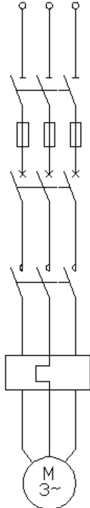


图 9-23　修剪线头

9.1.2　控制电路绘制

（1）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，向右复制一条线路，效果如图 9-24 所示。



（2）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮和“绘图”面板中的“直线”命令按钮，修改线路，效果如图 9-25 所示。

（3）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，修剪掉线头，效果如图 9-26 所示。

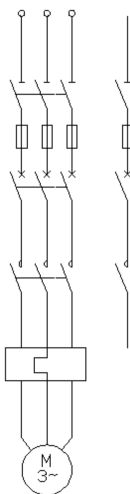


图 9-24　复制线路

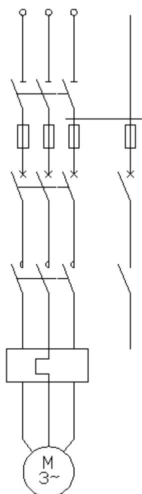


图 9-25　修改线路

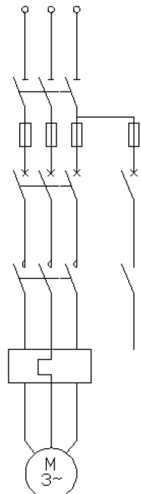


图 9-26　修剪线头

（4）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮和“修改”面板中的“镜像”命令按钮，修改线路，绘制按钮控制起动/停止部分，效果如图 9-27 所示。

（5）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，“修改”面板中的“镜像”命令按钮、“删除”命令按钮和“修剪”命令按钮，修改线路，并且绘制热继电器辅助触点部分，效果如图 9-28 所示。

（6）使用上述命令绘制接触器线圈，效果如图 9-29 所示。

（7）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制中性线。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，复制接线端子，效果如图 9-30 所示。

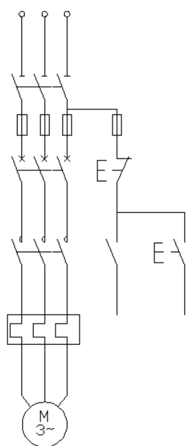


图 9-27　绘制按钮

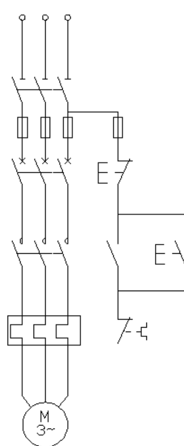


图 9-28　绘制热继电器触点

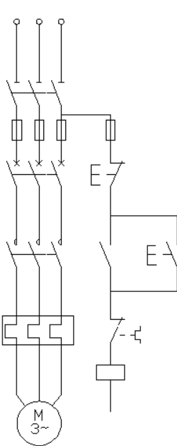


图 9-29　绘制接触器线圈

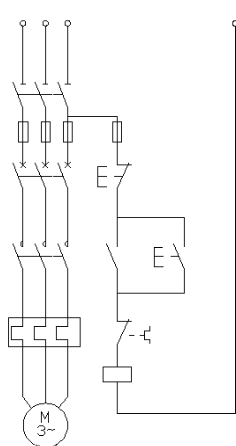


图 9-30　绘制中性线和接线端子



9.1.3　标注文字符号

（1）单击“注释”面板中的“单行文字”命令按钮，在线路顶端标注端子号，指示进线，效果如图 9-31 所示。

（2）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮，“修改”面板中的“复制”命令按钮，在元器件旁边标注文字并双击进行修改，以指示各个元器件的代号，效果如图 9-32 所示。

（3）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮和“修改”面板中的“拉伸”命令按钮整理图形，效果如图 9-33 所示。

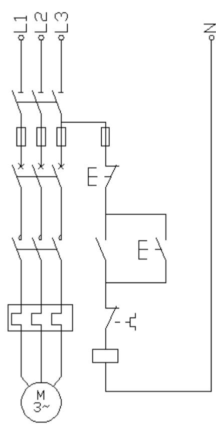


图 9-31　标注端子号

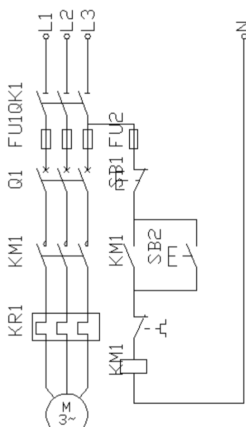


图 9-32　标注元器件代号

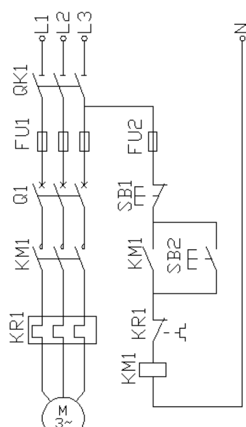


图 9-33　图形整理

（4）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮和“修改”面板中的“复制”命令按钮，在主供电回路线路旁边书写文字，指示各个主线路的线号，效果如图 9-34 所示。

（5）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮和“修改”面板中的“复制”命令按钮，在控制回路线路旁边书写文字，指示控制线路的线号，效果如图 9-35 所示。

（6）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮和“修改”面板中的“拉伸”命令按钮整理图形，效果如图 9-36 所示。

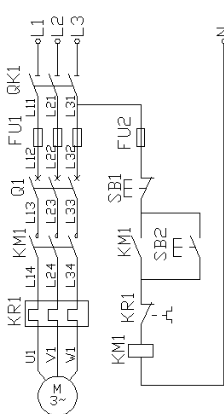


图 9-34　标注主电路

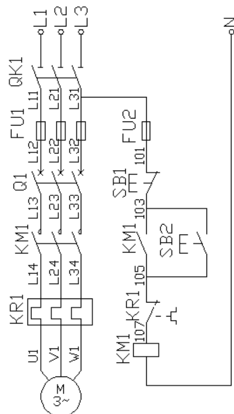


图 9-35　标注控制电路

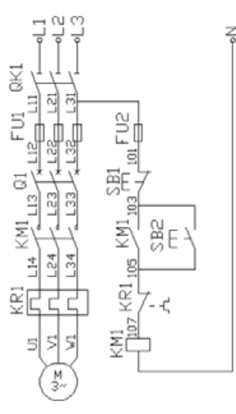


图 9-36　图形整理

（7）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，“修改”面板中的“镜像”命令按钮、“删除”命令按钮和“修剪”命令按钮绘制表格，效果如图 9-37 所示。

（8）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A、“修改”面板中的“复制”命令按钮和“移动”命令按钮，在表格中书写文字，指示各个电路功能，效果如图 9-38 所示。

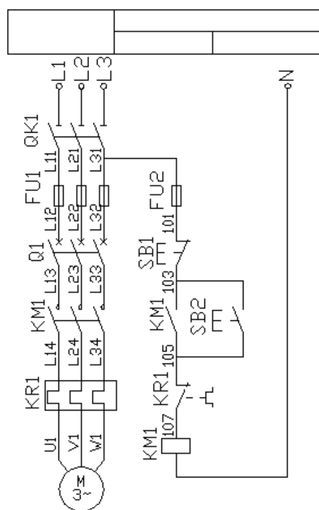


图 9-37　绘制表格

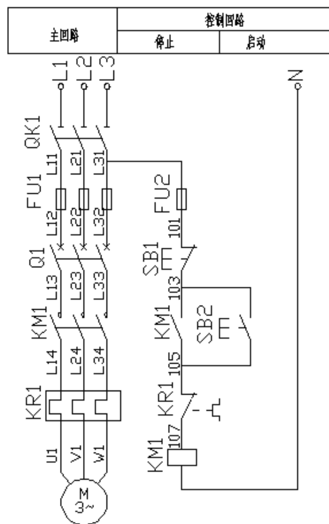


图 9-38　标注功能

（9）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A、“修改”面板中的“复制”命令按钮和“移动”命令按钮，在各个元器件中标注文字，指示各个元器件触点号，效果如图 9-39 所示。

（10）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮和“修改”面板中的“拉伸”命令按钮整理图形，效果如图 9-40 所示。

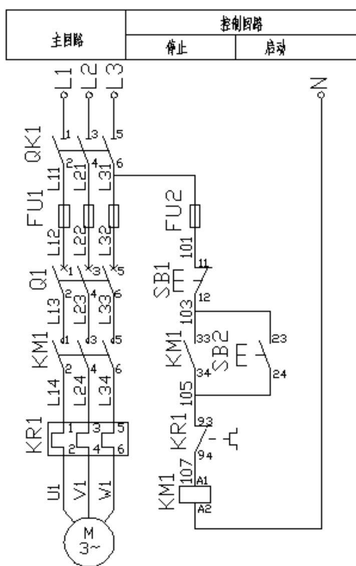


图 9-39　标注元器件触点号

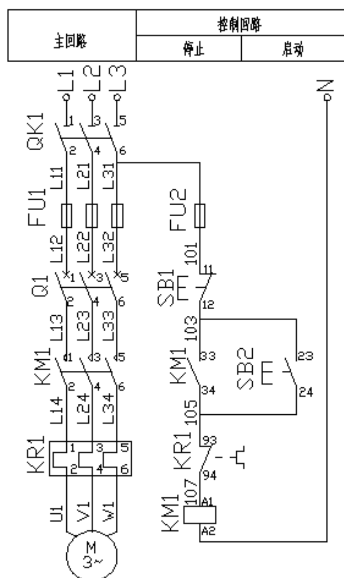


图 9-40　整理图形



9.2　电动机正反转控制原理图



制作思路

上一节所绘制的单个电动机起动/停止原理图是电动机控制方式中最基本的绘图方法。本节将在上一节的基础上绘制单台电动机的正反转控制原理图，以使读者进一步掌握电动机控制的绘图方法。

绘制步骤如下。

（1）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把图 9-40 复制一份，放到适当位置即可，效果如图 9-41 所示。

（2）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮和“修改”面板中的“拉伸”命令按钮调整图形，准备下一步绘图，效果如图 9-42 所示。

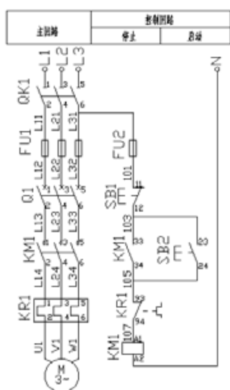


图 9-41　复制图形

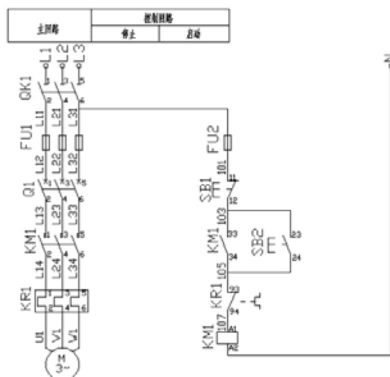


图 9-42　调整图形

（3）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把接触器 KM1 向右复制一份，复制距离适当，效果如图 9-43 所示。

（4）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮和“修改”面板中的“拉伸”命令按钮调整接触器的上下位置，准备下一步绘图，效果如图 9-44 所示。

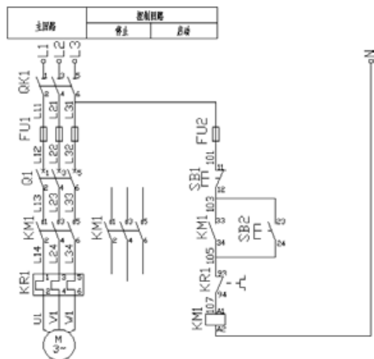


图 9-43　复制接触器

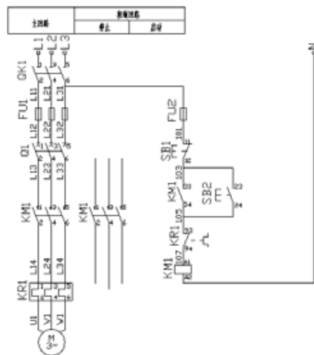


图 9-44　调整图形



（5）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制右边接触器与左边主回路之间的连线，效果如图 9-45 所示。

（6）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，以倒圆角（圆角半径为 0）的方式修整连线，单击“修剪”命令按钮再进一步修整，效果如图 9-46 所示。

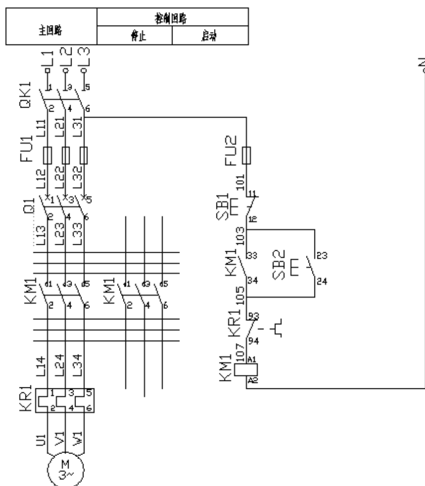


图 9-45　绘制连线

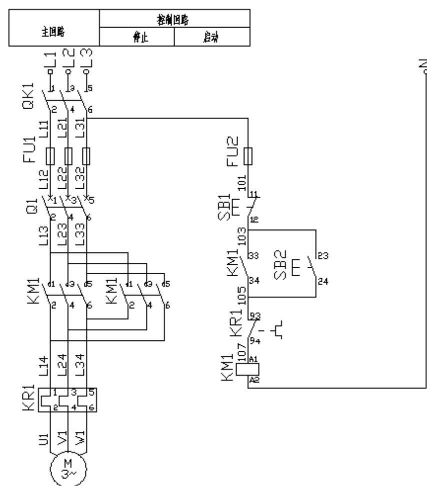


图 9-46　修整线头

（7）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮和“拉伸”命令按钮，调整控制回路上下位置，准备下一步绘图，效果如图 9-47 所示。

（8）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把热继电器 KR1 常闭辅助触点复制一份，效果如图 9-48 所示。

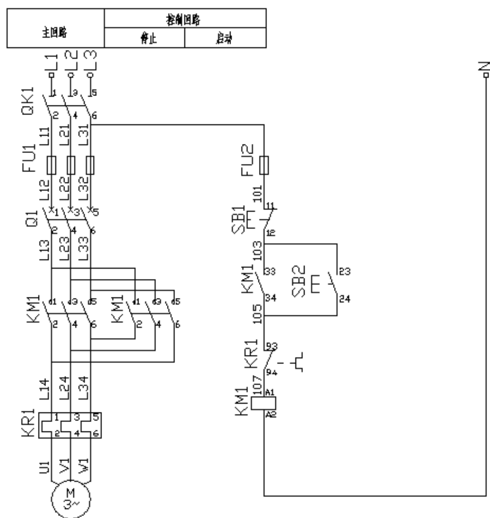


图 9-47　拉伸整理

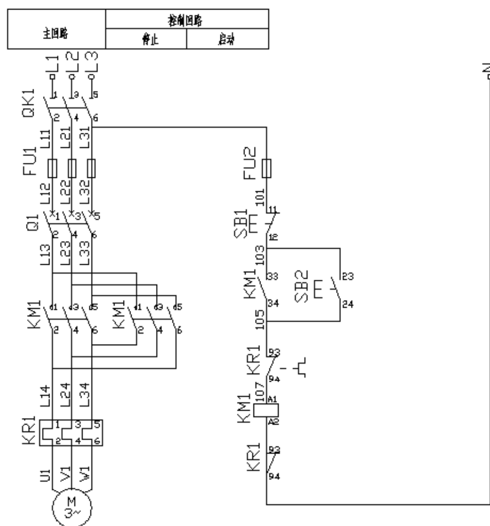


图 9-48　复制常闭辅助触点

（9）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，进一步修整刚才复制的辅助触点，效果如图 9-49 所示。

（10）双击并修改所复制元器件文字符号，指示各个不同元器件，效果如图 9-50 所示。



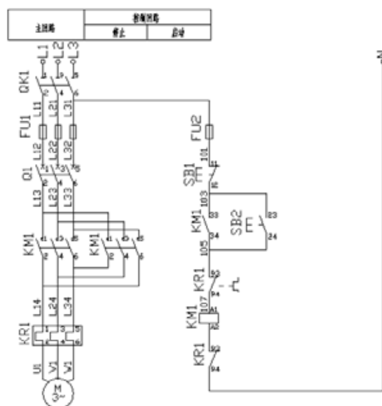


图 9-49　修整辅助触点

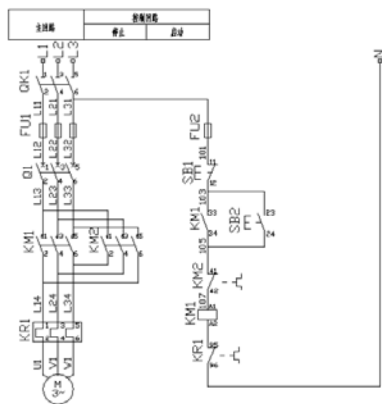


图 9-50　修改编号

（11）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把图 9-51 所示虚线方框内图形向右复制一份，复制距离适当，效果如图 9-52 所示。

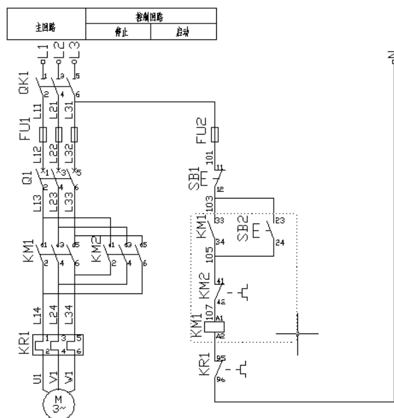


图 9-51　选择图形

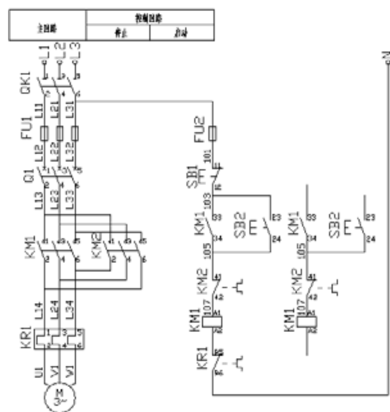


图 9-52　复制图形

（12）双击并修改所复制元器件文字符号，效果如图 9-53 所示。

（13）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制控制回路之间的连线，效果如图 9-54 所示。

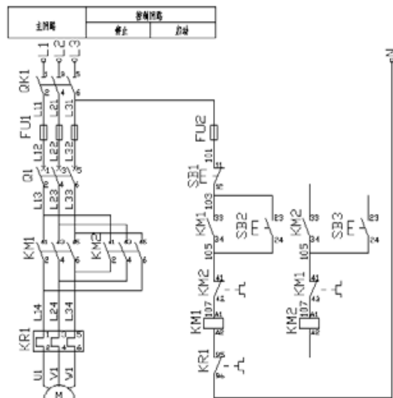


图 9-53　修改文字

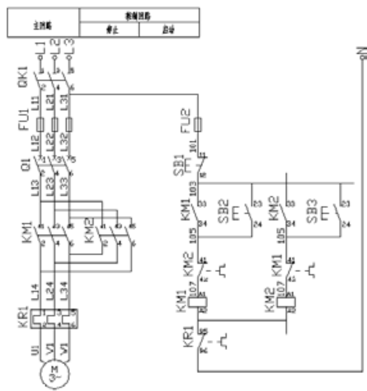


图 9-54　绘制连线

（14）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，修整控制回路线头，效果如图 9-55 所示。

（15）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A、“修改”面板中的“复制”命令按钮和“移动”命令按钮，在控制回路书写并且修改线号，效果如图 9-56 所示。

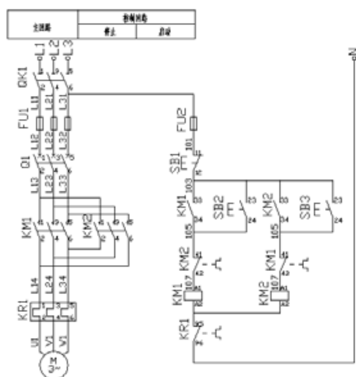


图 9-55　修剪线头

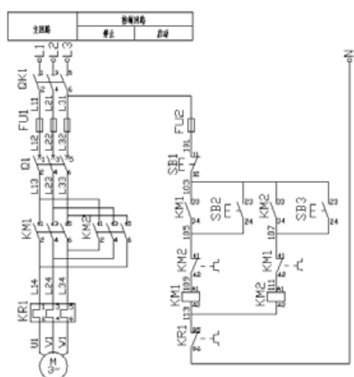


图 9-56　标注线号

（16）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮、“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A、“修改”面板中的“复制”命令按钮和“移动”命令按钮，修改图形上面的表格。效果如图 9-57 所示。

（17）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮和“拉伸”命令按钮调整图形，效果如图 9-58 所示。

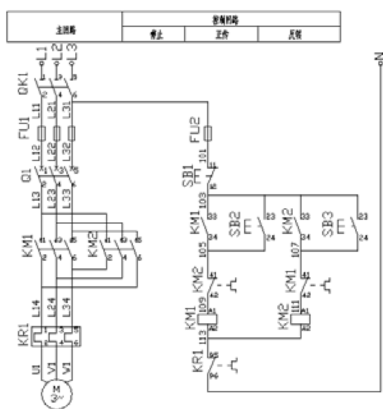


图 9-57　修改表格

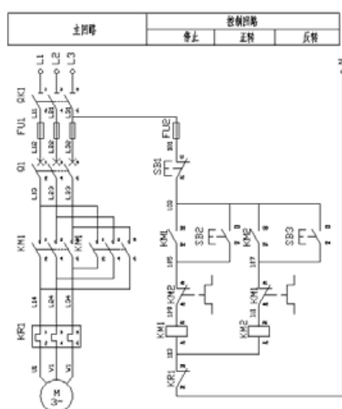


图 9-58　调整图形

9.3　星-三角电动机起动原理图



制作思路

一般小型电动机常常按照前两节绘制的图样作为起动方式。对于大容量的电动机来说，当其容量超过供电变压器的 5%～25%的时候，要采用降压起动的方式。而星-三角起动方法是当今最为广泛使用的方法之一。本节就向读者展示如何在 Auto CAD 2011 中绘制这一图样。

绘制步骤如下。



（1）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把图 9-40 复制一份，效果如图 9-59 所示。

（2）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮和“拉伸”命令按钮调整图形，准备下一步绘图，效果如图 9-60 所示。

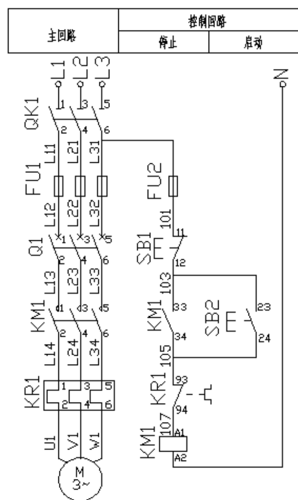


图 9-59　复制图形

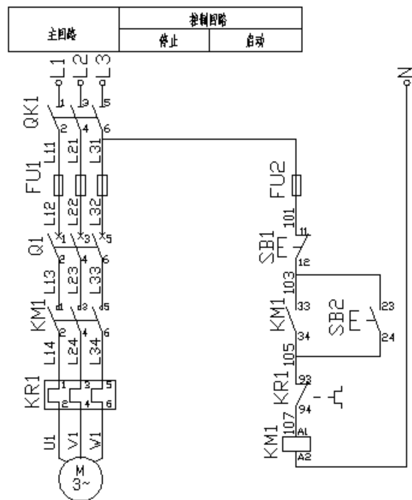


图 9-60　调整图形

（3）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把图 9-60 接触器主触点向右、向下各自复制一份，效果如图 9-61 所示。

（4）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮和“修改”面板中的“拉伸”命令按钮调整图形，准备下一步绘图，效果如图 9-62 所示。

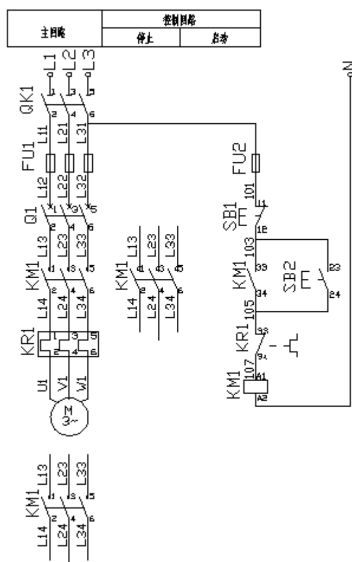


图 9-61　复制接触器

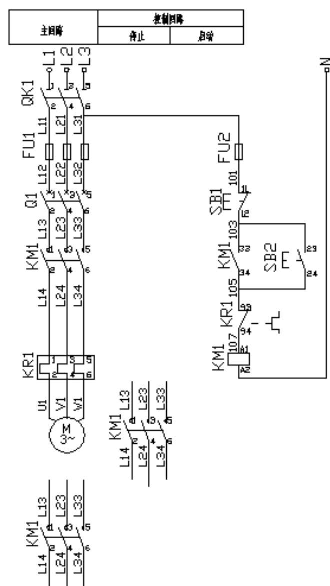


图 9-62　调整图形

（5）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制主回路连线。单击“修改”面板中的“拉伸”命令按钮调整图形，效果如图 9-63 所示。

（6）单击“修改”面板中的“圆角”命令按钮，以倒圆角（圆角半径为 0）的方式修整连线，单击“修剪”命令按钮，再进一步修整，效果如图 9-64 所示。

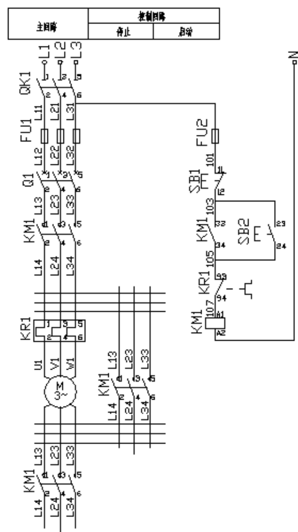


图 9-63　绘制主电路连线及调整图形

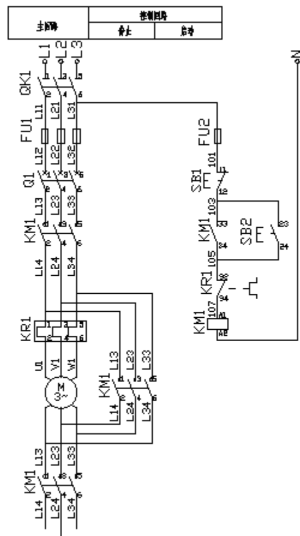


图 9-64　修剪图形

（7）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮 A 和“修改”面板中的“移动”命令按钮，复制并修改接触器的元器件号、线号，效果如图 9-65 所示。

（8）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮、“修改”面板中的“删除”命令按钮和“修剪”命令按钮，修整主电路。单击“修改”面板中的“移动”命令按钮和“拉伸”命令按钮调整图形，效果如图 9-66 所示。

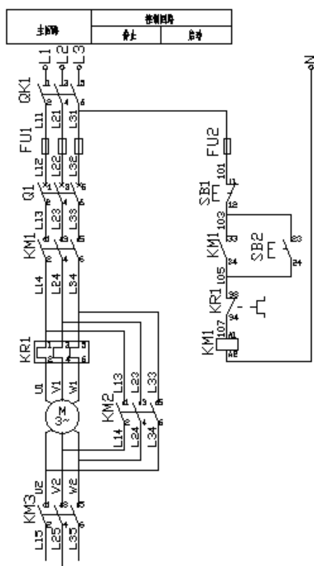


图 9-65　修改文字

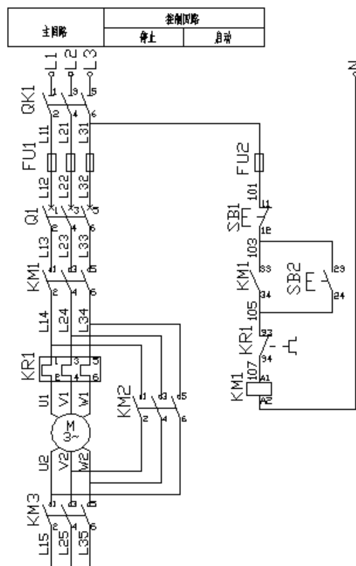


图 9-66　修整图形



（9）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮和“拉伸”命令按钮，调整控制电路图形，准备下一步绘图，效果如图 9-67 所示。

（10）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，将下边热继电器辅助触点向上复制，位置在 FU2 与 SB1 之间，效果如图 9-68 所示。

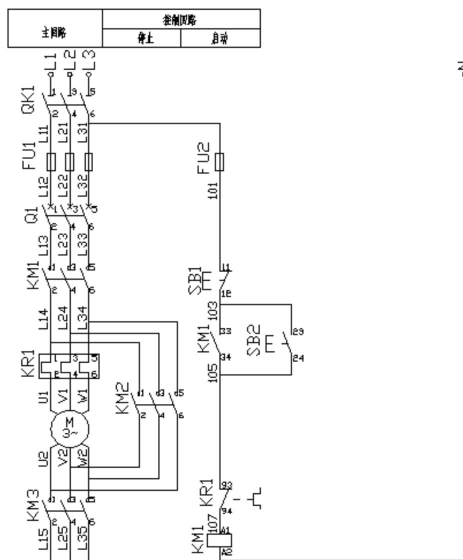


图 9-67　调整图形

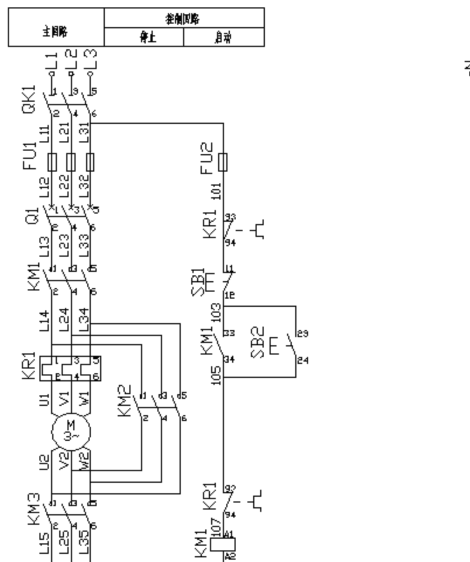


图 9-68　复制热继电器辅助触点

（11）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，修剪掉刚才所复制触点内的线头，效果如图 9-69 所示。

（12）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 9-70 所示虚线框内图形向右复制一份，复制基点如图 9-71 所示，复制目标点如图 9-72 所示，效果如图 9-73 所示。

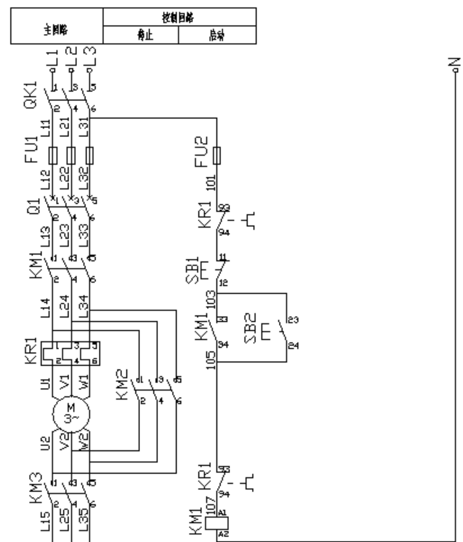


图 9-69　修剪线头

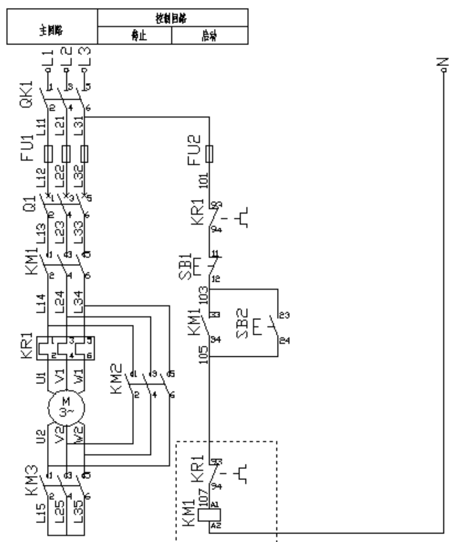


图 9-70　选择图形



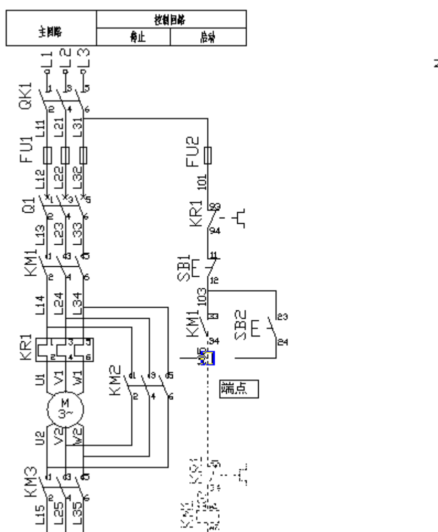


图 9-71　选择基点

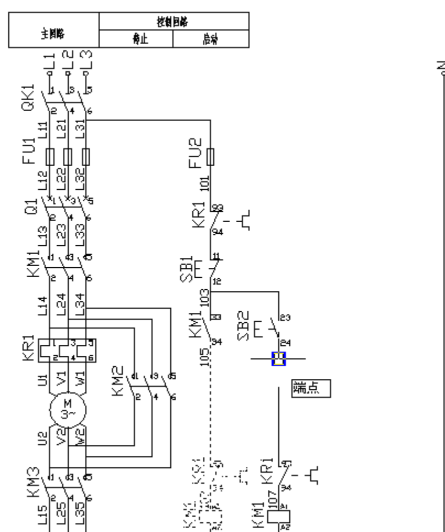


图 9-72　选择目标点

（13）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把如图 9-70 所示虚线框内图形再向右复制两份，放置到适当位置，效果如图 9-74 所示。

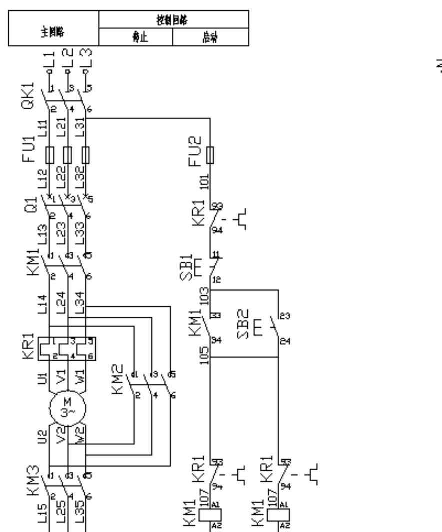


图 9-73　复制图形

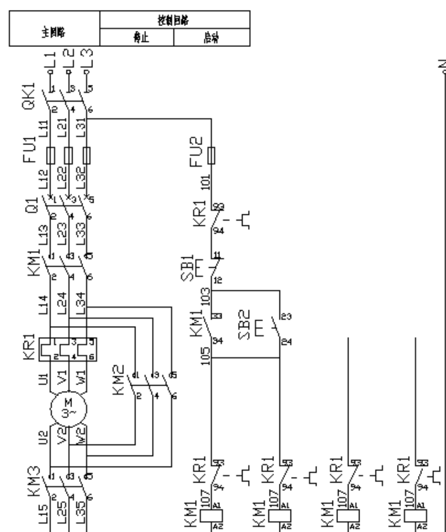


图 9-74　再次复制

（14）双击并修改接触器的元器件号，效果如图 9-75 所示。

（15）单击“修改”面板中的“删除”命令按钮，删除 KM1 控制回路接触器线圈上面常闭触点。单击“修改”面板中的“延伸”命令按钮整理电路，效果如图 9-76 所示。

（16）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮、“修改”面板中的“复制”命令按钮、“删除”命令按钮、“修剪”命令按钮、“移动”命令按钮和“拉伸”命令按钮，绘制 KM2 控制电路，效果如图 9-77 所示。



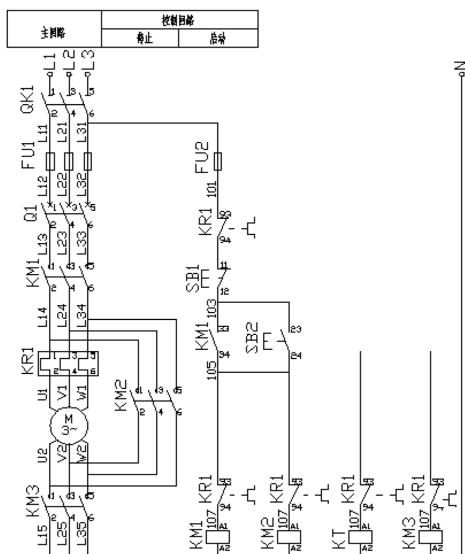


图 9-75　修改文字

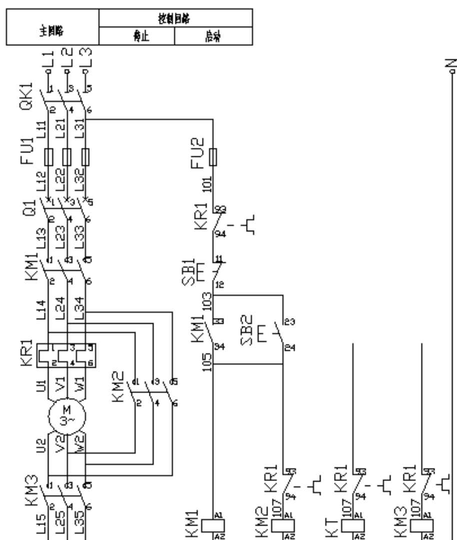


图 9-76　修改 KM1 控制电路

（17）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮 A 和“修改”面板中的“移动”命令按钮，修改 KM2 控制电路的元器件号，效果如图 9-78 所示。

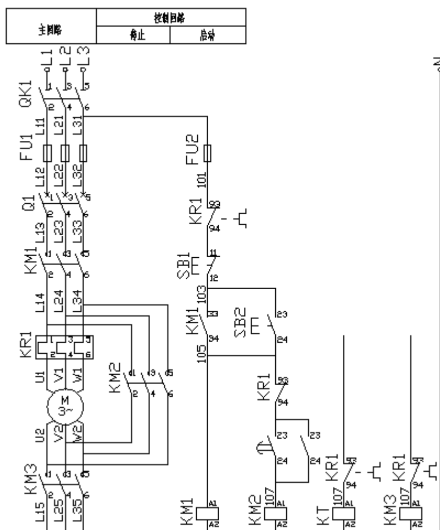


图 9-77　绘制 KM2 控制电路

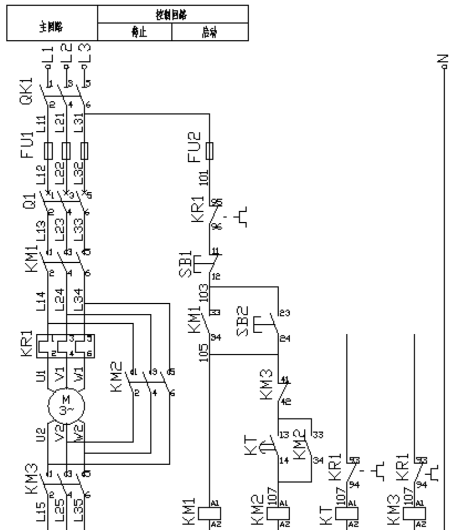


图 9-78　标注 KM2 控制电路元器件号

（18）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮、“修改”面板中的“复制”命令按钮、“删除”命令按钮、“修剪”命令按钮、“镜像”命令按钮和“拉伸”命令按钮，绘制 KM3 控制电路，如图 9-79 所示。

（19）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮 A 和“修改”面板中的“移动”命令按钮，修改 KM3 控制电路的器件号，效果如图 9-80 所示。



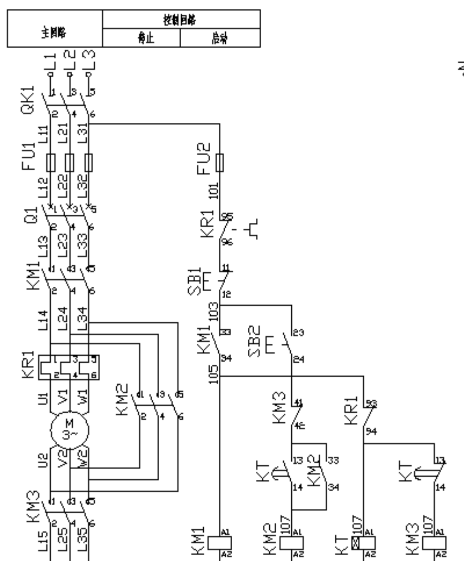


图 9-79　绘制 KM3 控制电路

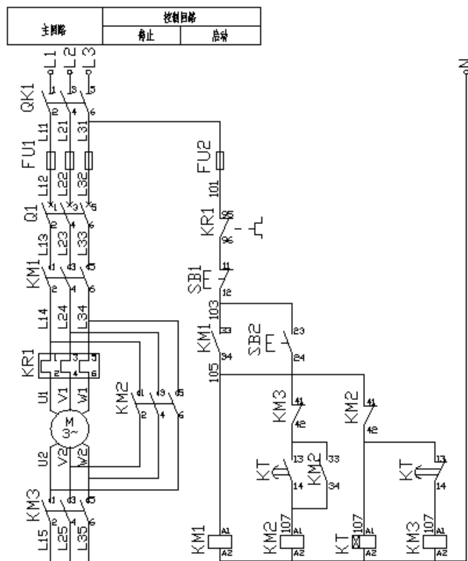


图 9-80　修改 KM3 电路元器件号

（20）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮、“修改”面板中的“复制”命令按钮和“移动”命令按钮，修改控制电路的线号，效果如图 9-81 所示。

（21）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮、“修改”面板中的“复制”命令按钮、“移动”命令按钮 和“绘图”面板中的“直线”命令按钮，修改表格以及其中的文字，指示各个电路功能，效果如图 9-82 所示。

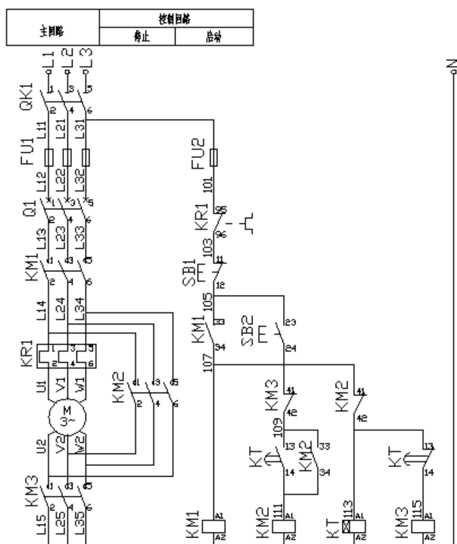


图 9-81　修改控制电路线号

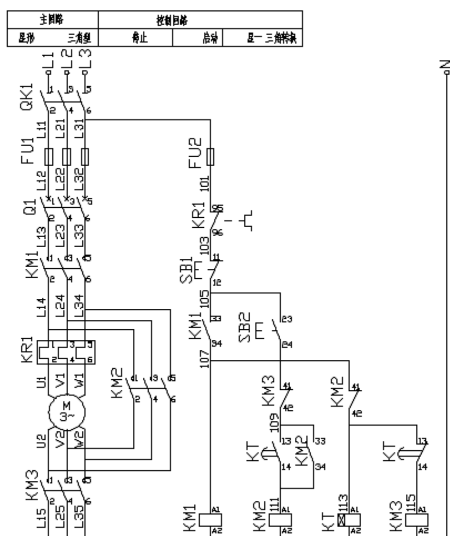


图 9-82　修改表格

（22）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮和“修改”面板中的“拉伸”命令按钮调整图形，放大全图，效果如图 9-83 所示。



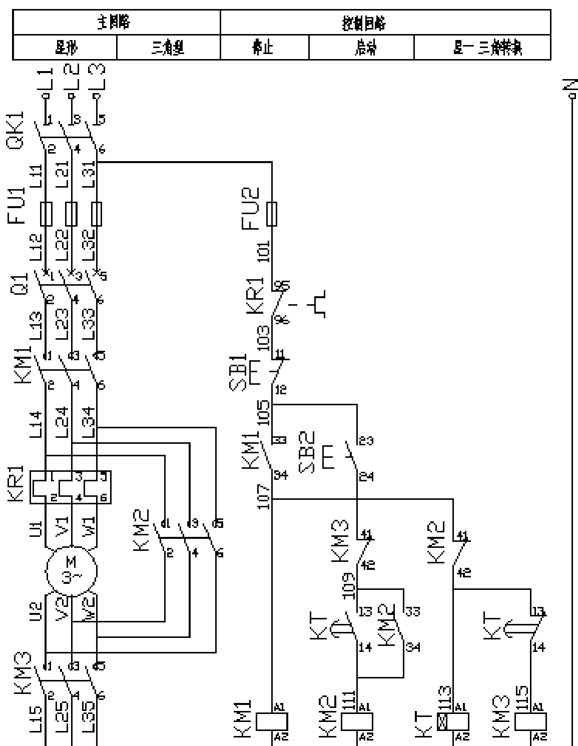


图 9-83　全图显示效果

9.4　电动机变频控制原理图



制作思路

变频调速是利用电动机的同步转速随供电频率变化的特性，通过改变电动机的供电频率进行调速的方法。在交流异步电动机的多种调速方法中，变频调速的性能最好，调速范围最大，稳定性好，运行效率高。采用变频器对电动机进行调速控制，由于可靠性高、使用方便并且经济效益显著，所以逐步得到推广使用。本节就以通用变频器为例，使用 AutoCAD 2011 绘制通用变频器控制原理图。

9.4.1　通用变频器外部接口示意图

绘制步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“矩形”命令按钮，绘制变频器外形符号，效果如图 9-84 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在矩形上边和下边绘制同心圆作为主电路进线、出线端子，效果如图 9-85 所示。单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮，修剪掉同心圆里面的线头。重复上面步骤或者复制同心圆，再进行修剪，效果如图 9-86 所示。



图 9-84　绘制矩形



图 9-85　绘制同心圆



图 9-86　绘制主电路端子

（3）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A、“修改”面板中的“复制”命令按钮和“移动”命令按钮标注文字，指示各个进线端、出线端，效果如图 9-87 所示。

（4）绘制频率设定电位器接线端子。单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在矩形左边绘制小圆。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮、“移动”命令按钮和“修剪”命令按钮绘制图形，效果如图 9-88 所示。

（5）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A、“修改”面板中的“复制”命令按钮和“移动”命令按钮，修改标注文字，指示各个端子号，效果如图 9-89 所示。



图 9-87　标注主电路文字



图 9-88　绘制电位器端子



图 9-89　标注电位器端子文字

（6）绘制数字输入接口端子。单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在矩形左边绘制小圆。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮、“移动”命令按钮和“修剪”命令按钮修改图形，效果如图 9-90 所示。

（7）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A标注文字，指示各个端子号，效果如图 9-91 所示。

（8）绘制接地端子。单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在矩形左下角绘制同心圆。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮和“移动”命令按钮，单击“修剪”命令按钮修改图形，标注文字，指示接地端子号，效果如图 9-92 所示。

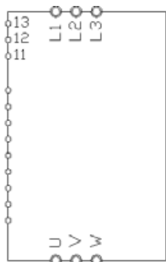


图 9-90　绘制数字端子



图 9-91　标注数字端子文字

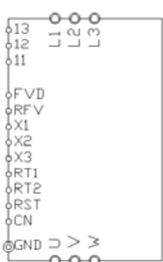


图 9-92　绘制接地端子



（9）绘制制动电阻接线端子。单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在矩形右边上部绘制同心圆。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮、“移动”命令按钮和“修剪”命令按钮修改图形，修改标注文字，指示制动电阻接线端子号，效果如图 9-93 所示。

（10）绘制报警接线端子。单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在矩形右边绘制圆。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮、“移动”命令按钮和“修剪”命令按钮修改图形，标注文字，指示报警接线端子号，效果如图 9-94 所示。

（11）绘制数字输出接线端子。单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，在矩形右边绘制圆。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮、“移动”命令按钮和“修剪”命令按钮修改图形。单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮 A 标注文字，指示数字输出接线端子号，效果如图 9-95 所示。

（12）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮和“修改”面板中的“拉伸”命令按钮调整图形，效果如图 9-96 所示。



图 9-93　绘制制动电阻端子



图 9-94　绘制报警接线端子

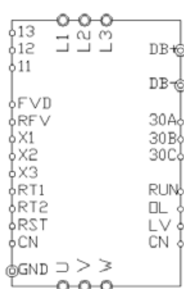


图 9-95　绘制数字输出端子

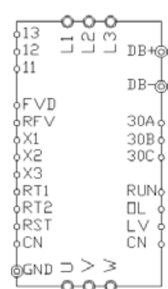


图 9-96　调整图形

▷▷▷ 9.4.2　通用变频器控制原理图绘制

绘制步骤如下。

（1）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把图 9-40 复制一份，放置适当位置即可，效果如图 9-97 所示。

（2）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮和“修改”面板中的“拉伸”命令按钮调整图形，准备下一步绘图，效果如图 9-98 所示。

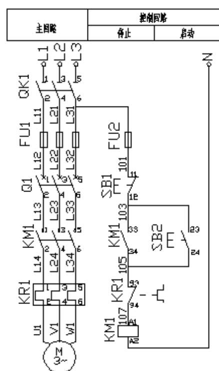


图 9-97　复制图形

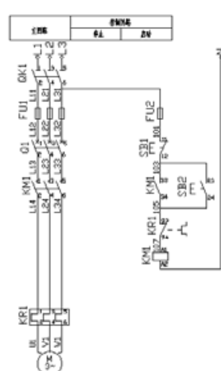


图 9-98　调整图形

（3）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮、“拉伸”命令按钮和“删除”命令按钮，把变频器符号图放入主电路的适当位置，并适当拉伸调整图形，效果如图 9-99 所示。

（4）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮和“圆”命令按钮。单击“修改”面板中的“移动”命令按钮、“拉伸”命令按钮、“删除”命令按钮和“修剪”命令按钮，把主电路热继电器符号改为电抗器符号，效果如图 9-100 所示。

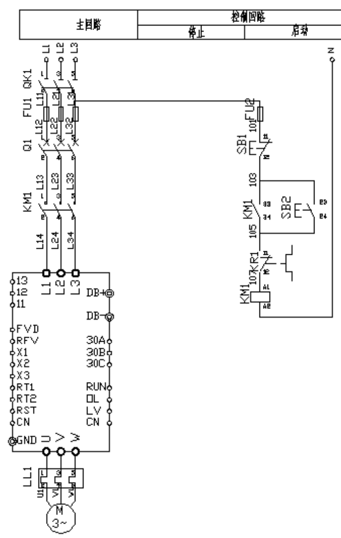


图 9-99　置入变频器

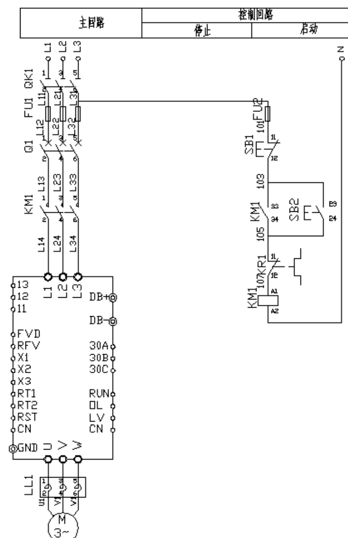


图 9-100　绘制电抗器

（5）绘制电位器接线。单击“直线”命令按钮、“拉伸”命令按钮和“复制”命令按钮修改电位器器件号，效果如图 9-101 所示。

（6）绘制转换开关和按钮接线。单击“直线”命令按钮、“拉伸”命令按钮、“修剪”命令按钮和“复制”命令按钮修改元器件号，效果如图 9-102 所示。

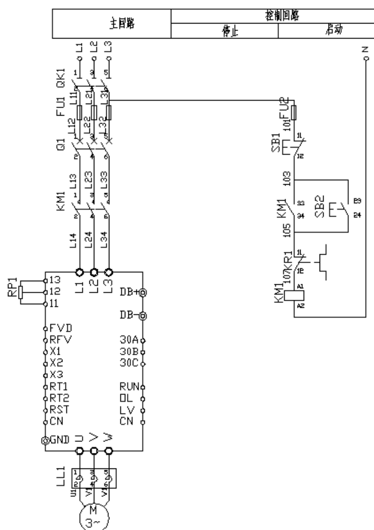


图 9-101　绘制电位器

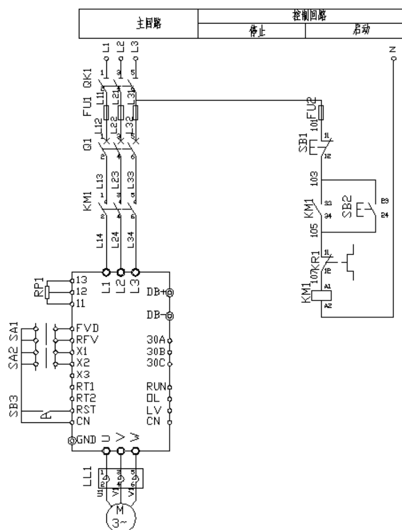


图 9-102　绘制数字输入接线



（7）绘制制动电阻。单击“矩形”命令按钮、“直线”命令按钮、“拉伸”命令按钮和“复制”命令按钮修改元器件号，效果如图 9-103 所示。

（8）绘制报警指示灯。单击“直线”命令按钮、“拉伸”命令按钮和“复制”命令按钮修改报警指示灯元器件号，效果如图 9-104 所示。

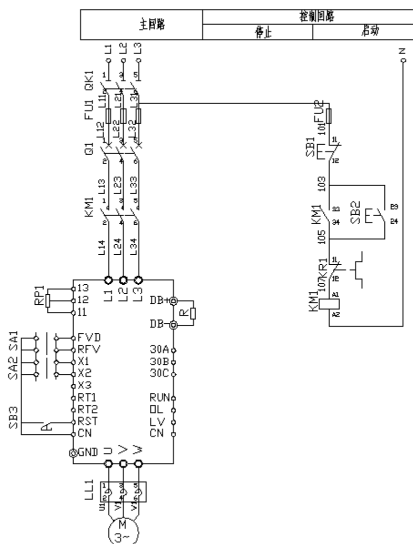


图 9-103　绘制制动电阻

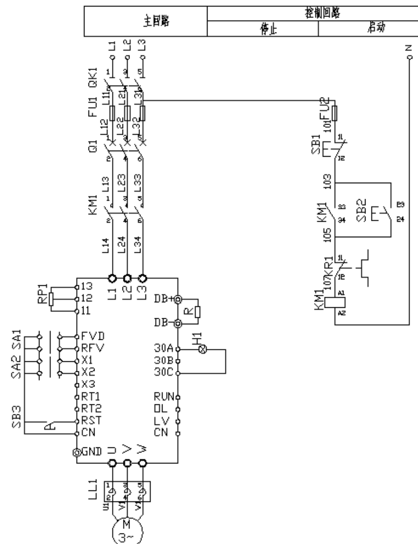


图 9-104　绘制报警指示灯元器件号

（9）绘制运行指示灯。单击“修改”面板中的“复制”命令按钮修改运行指示灯器件号，效果如图 9-105 所示。

（10）绘制变频器故障输出继电器线圈。单击“矩形”命令按钮、“直线”命令按钮和“拉伸”命令按钮修改中间继电器器件号，效果如图 9-106 所示。

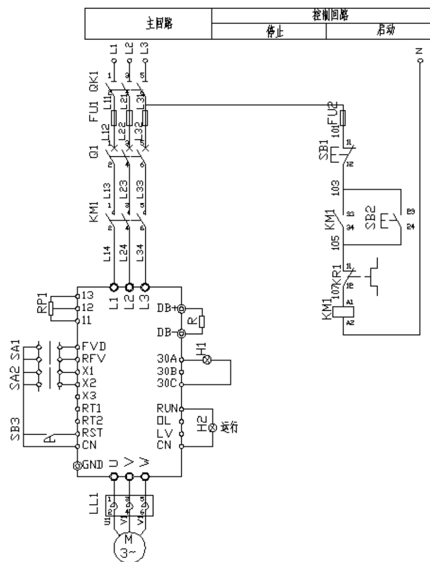


图 9-105　绘制运行指示灯元器件号

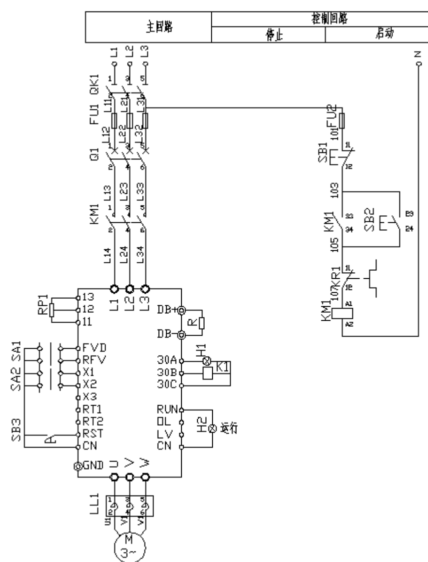


图 9-106　绘制故障继电器线圈



（11）双击并修改控制电路中的热继电器 KR1 为中间继电器 K1，效果如图 9-107 所示。

（12）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，修改在变频器控制周围的文字，效果如图 9-108 所示。

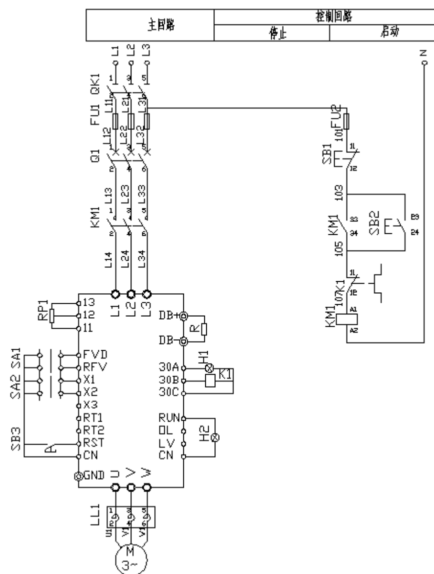


图 9-107　修改控制电路文字

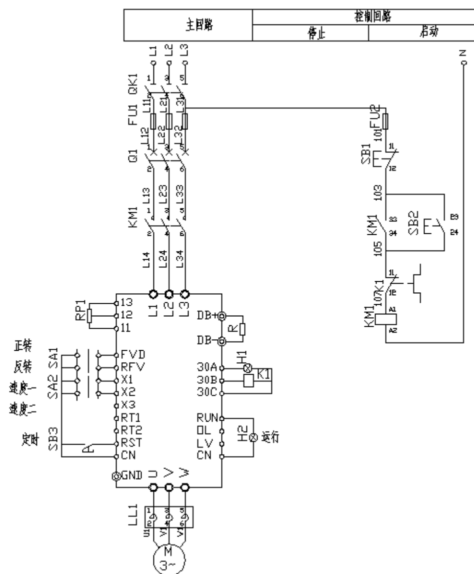


图 9-108　标注功能

（13）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮和“修改”面板中的“拉伸”命令按钮调整主电路，效果如图 9-109 所示。

（14）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，把三相电抗器符号向上复制一份，效果如图 9-110 所示。

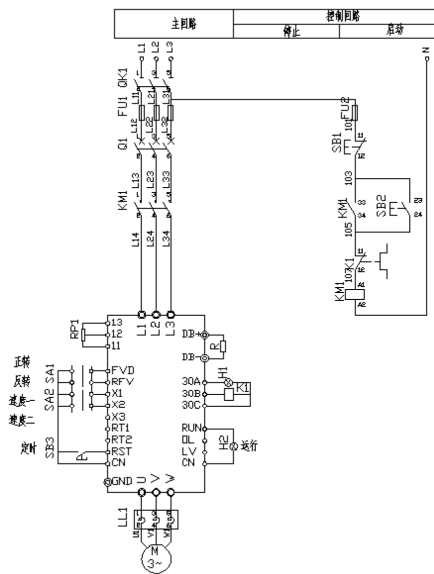


图 9-109　调整主电路

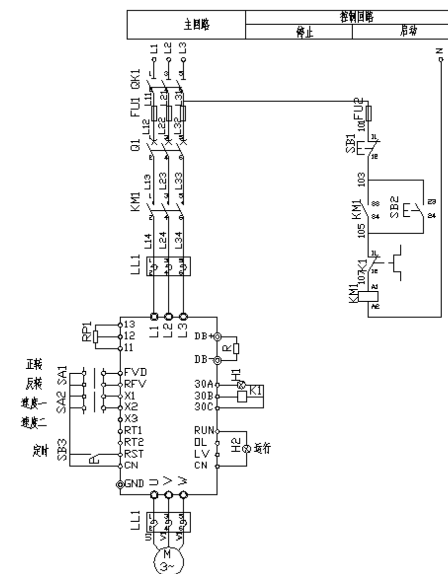


图 9-110　复制电抗器



（15）单击“修改”面板中的“修剪”命令按钮修整主电路，效果如图 9-111 所示。

（16）单击“修改”面板中的“复制”命令按钮修改主电路元器件号、线号，效果如图 9-112 所示。

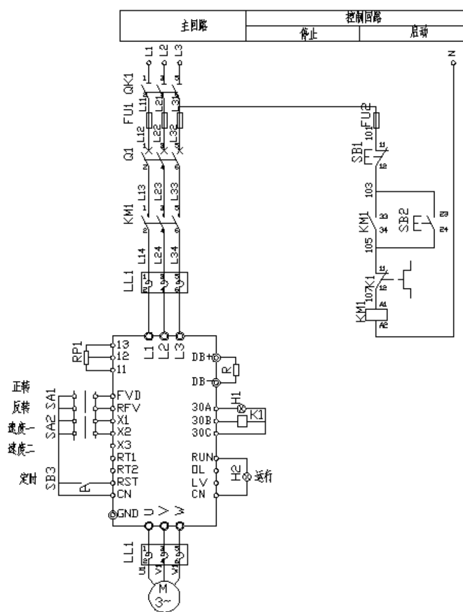


图 9-111　修整主电路

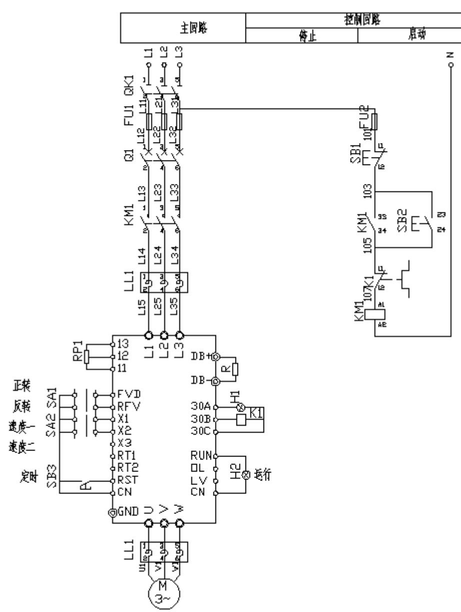


图 9-112　修改主电路元器件号、线号

（17）双击并修改控制电路元器件号、线号，效果如图 9-113 所示。

（18）双击并修改表格文字，效果如图 9-114 所示。

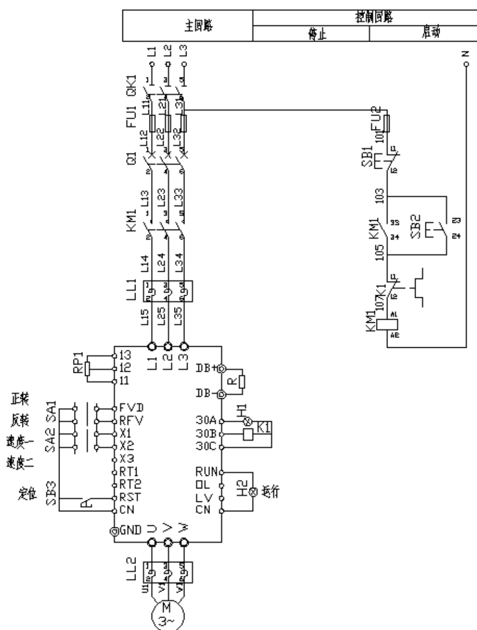


图 9-113　修改控制电路器件号、线号

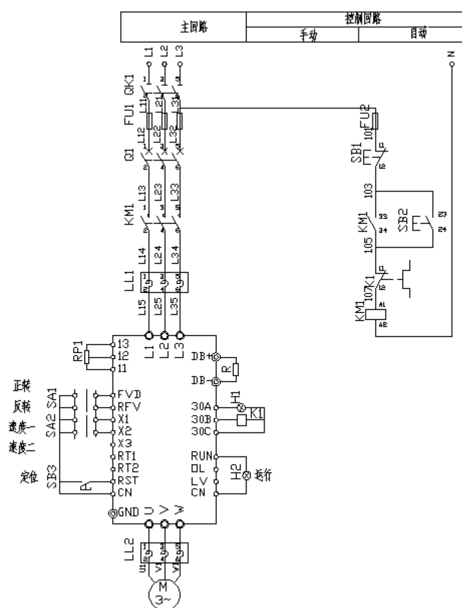


图 9-114　修改表格文字

（19）单击“修改”面板中的“移动”命令按钮和“修改”面板中的“拉伸”命令按钮调整图形，并且放大显示全图，效果如图 9-115 所示。

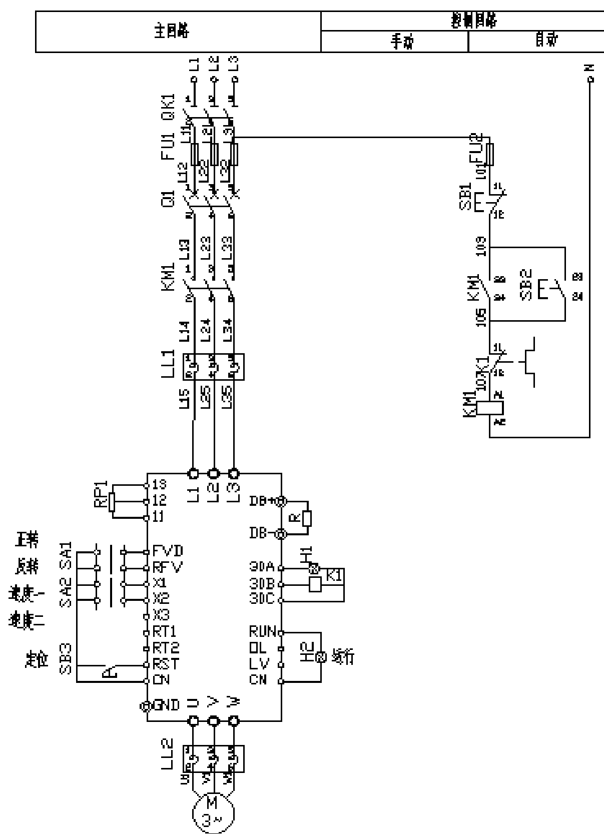


图 9-115　调整放大显示全图

9.5　潜水泵控制图



制作思路

潜水泵控制原理通过一用一备的电路设计，以保证设备的不间断运转。通过不同的电路对不同的电动机进行控制，由于可靠性高、使用方便，所以使用比较广泛。本节就以潜水泵控制原理设计为例，使用 AutoCAD 2011 绘制潜水泵控制原理图。

9. 5. 1　绘制电动机部分

绘制步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制电动机电路，效果如图 9-116 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制电动机电路开关触点，效果如图 9-117 所示。





图 9-116　绘制电路

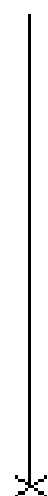


图 9-117　绘制触点

（3）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制电动机线路开关，效果如图 9-118 所示。

（4）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制电动机线路另一个开关和触点，效果如图 9-119 所示。

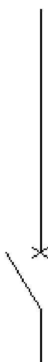


图 9-118　绘制开关



图 9-119　绘制开关和触点

（5）单击“绘图”面板中的“圆弧”命令按钮，绘制开关触点，效果如图 9-120 所示。

（6）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制电动机电路开关，效果如图 9-121 所示。



图 9-120　绘制触点

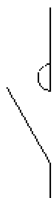


图 9-121　绘制开关

（7）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制电路转折部分，效果如图 9-122 所示。

（8）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制电路转折部分，效果如图 9-123 所示。



图 9-122　绘制转折电路 1

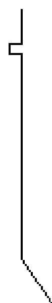


图 9-123　绘制转折电路 2

（9）选中所绘制的整条电路，单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，将线路向右复制一份，效果如图 9-124 所示。

（10）选中所绘制的整条电路，单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，将线路向右再复制一份，效果如图 9-125 所示。



图 9-124　复制电路



图 9-125　复制电路

（11）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制电路的闸刀开关，效果如图 9-126 所示。

（12）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制矩形图形，效果如图 9-127 所示。

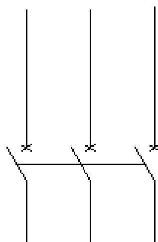


图 9-126　绘制开关

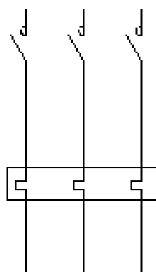


图 9-127　绘制矩形



（13）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮，绘制电动机，效果如图 9-128 所示。

（14）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制电动机接地线，效果如图 9-129 所示。

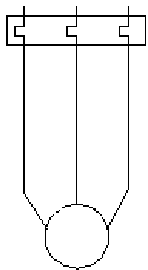


图 9-128　绘制电动机

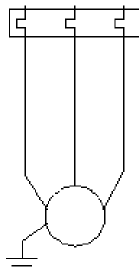


图 9-129　绘制电动机接地线

（15）选中所绘制的电动机电路，单击“修改”面板中的“复制”命令按钮，将电路向右复制一份，效果如图 9-130 所示。

（16）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制两个电动机电路之间的电路，效果如图 9-131 所示。

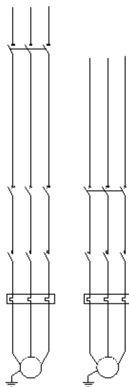


图 9-130　复制电路

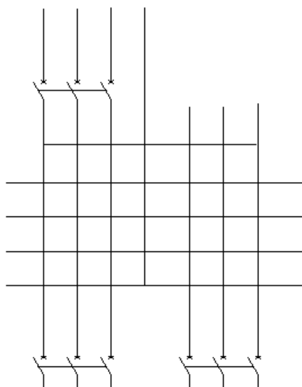


图 9-131　绘制电路

（17）单击“绘图”面板中的“修剪”命令按钮修剪电路，如图 9-132 所示。

（18）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮和“图案填充”命令按钮，绘制电路交点，效果如图 9-133 所示。

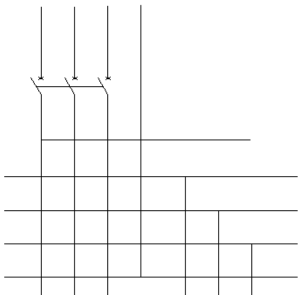


图 9-132　修剪电路

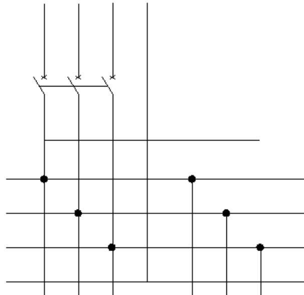


图 9-133　绘制交点

1
2
3
4
5
6
7
8
第 9 章
附录

▷▷▷ 9.5.2　绘制报警及指示部分

绘制步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制报警及指示部分的电路以及熔断器，效果如图 9-134 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮绘制电路，效果如图 9-135 所示。

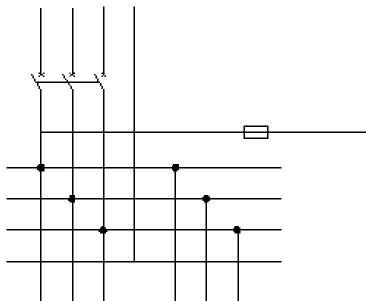


图 9-134　绘制电路及熔断器

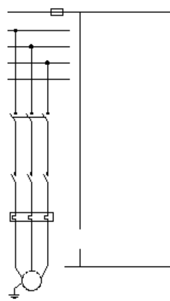


图 9-135　绘制电路

（3）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮和“直线”命令按钮绘制灯泡，效果如图 9-136 所示。

（4）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮绘制电路和开关，效果如图 9-137 所示。

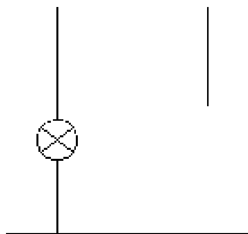


图 9-136　绘制灯泡

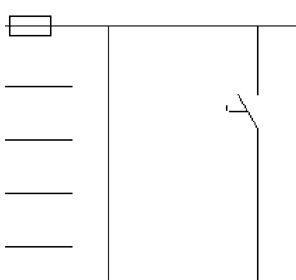


图 9-137　绘制电路和开关

（5）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮和“直线”命令按钮绘制另一个灯泡和电路，效果如图 9-138 所示。

（6）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮绘制电路和元器件，效果如图 9-139 所示。

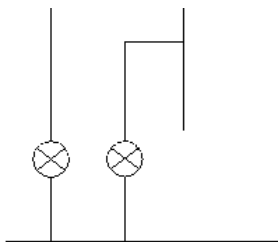


图 9-138　绘制灯泡和电路

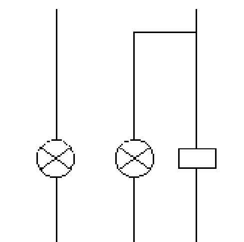
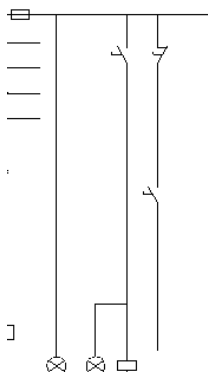
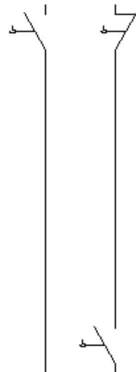


图 9-139　绘制电路和元器件

（7）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮绘制电路和开关，效果如图 9-140 所示。

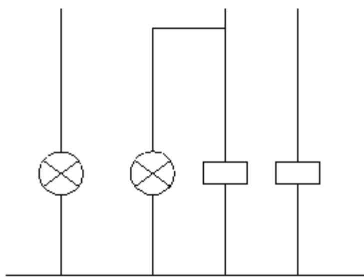
（8）单击“绘图”面板中的“椭圆”命令按钮绘制开关，效果如图 9-141 所示。

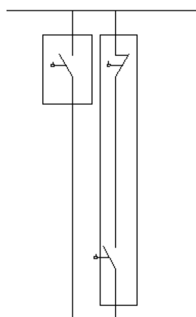

图 9-140　绘制电路和开关


图 9-141　绘制开关

（9）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮绘制电路和元器件，效果如图 9-142 所示。

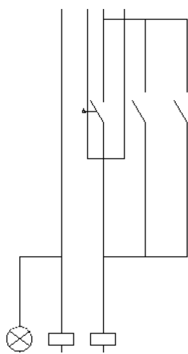
（10）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮绘制电路的框选部分，效果如图 9-143 所示。

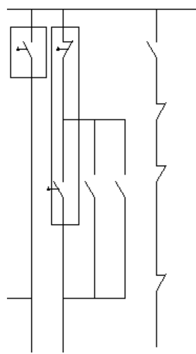

图 9-142　绘制电路和元器件


图 9-143　绘制框选部分

（11）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮绘制两条电路和开关，效果如图 9-144 所示。

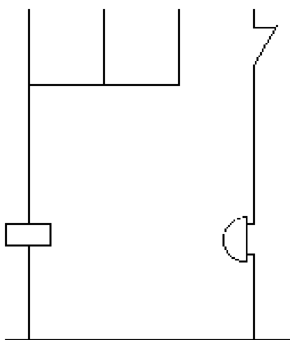
（12）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮绘制电路部分和 4 个开关，效果如图 9-145 所示。

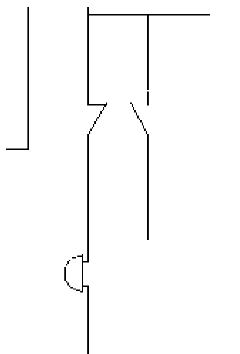

图 9-144　绘制两条电路和开关


图 9-145　绘制电路和 4 个开关

（13）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮和“圆弧”命令按钮绘制电路和警铃，效果如图 9-146 所示。

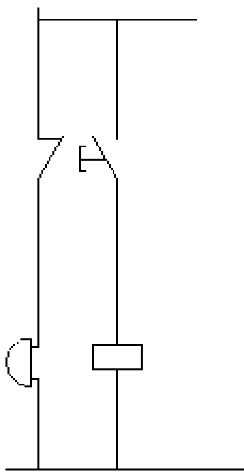
（14）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮绘制电路和开关，效果如图 9-147 所示。

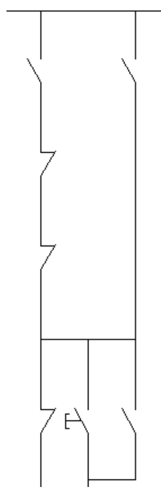

图 9-146　绘制电路和警铃


图 9-147　绘制电路和开关

（15）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮绘制电路和元器件，效果如图 9-148 所示。

（16）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制电路部分和两个开关，效果如图 9-149 所示。

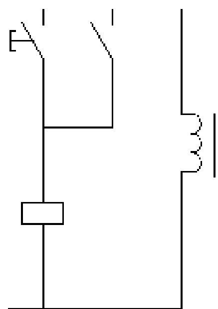

图 9-148　绘制电路和元器件

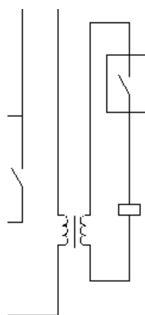

图 9-149　绘制电路和开关

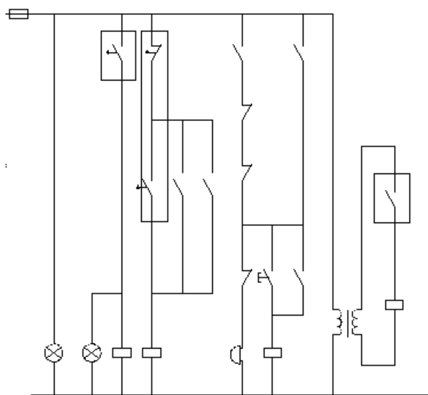
（17）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮和“圆弧”命令按钮绘制电路和互感部分，效果如图 9-150 所示。

（18）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮和“圆弧”命令按钮绘制互感电路及电路元器件，效果如图 9-151 所示。最后完成的报警和指示电路如图 9-152 所示。




图 9-150　绘制互感部分和电路


图 9-151　绘制互感电路及电路元器件

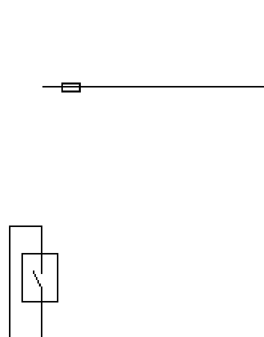

图 9-152　报警和指示电路

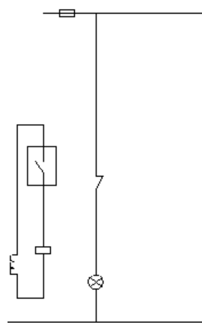
9.5.3　绘制控制部分

绘制步骤如下。

（1）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制控制部分电路和熔断器，效果如图 9-153 所示。

（2）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮和“直线”命令按钮，绘制灯泡和电路，效果如图 9-154 所示。


图 9-153　绘制电路和熔断器


图 9-154　绘制灯泡和电路



1
2
3
4
5
6
7
8
第 9 章
附录

（3）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制电路和开关，效果如图 9-155 所示。

（4）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制电路元器件和开关，效果如图 9-156 所示。

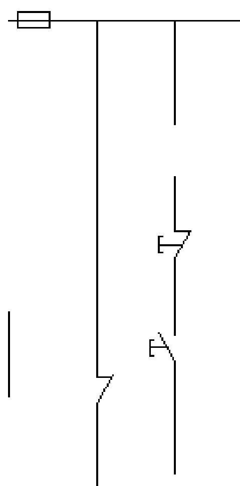


图 9-155　绘制电路和开关

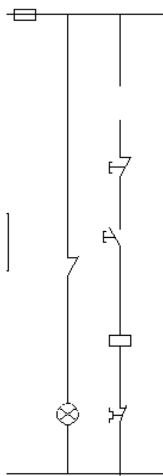


图 9-156　绘制元器件和开关

（5）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制电路、开关和元器件，效果如图 9-157 所示。

（6）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮和“直线”命令按钮，绘制灯泡和电路，如图 9-158 所示。

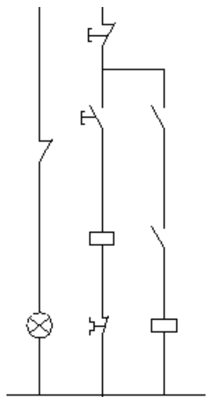


图 9-157　绘制电路及元器件

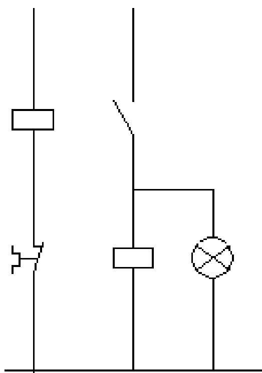


图 9-158　绘制灯泡和电路

（7）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制电路和开关，效果如图 9-159 所示。

（8）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮和“直线”命令按钮，绘制灯泡和电路，效果如图 9-160 所示。

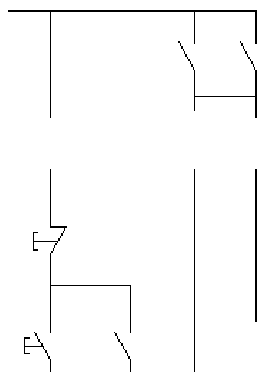


图 9-159　绘制电路和开关

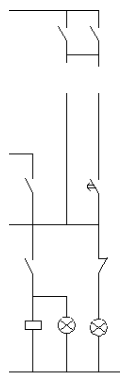


图 9-160　绘制灯泡和电路

（9）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制电路、开关和元器件，效果如图 9-161 所示。

（10）最后完成的控制支路如图 9-162 所示。

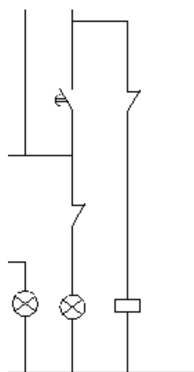


图 9-161　绘制电路和元器件

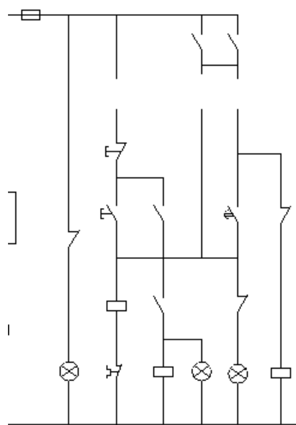


图 9-162　控制支路

（11）复制备用电动机的控制支路，如图 9-163 所示。

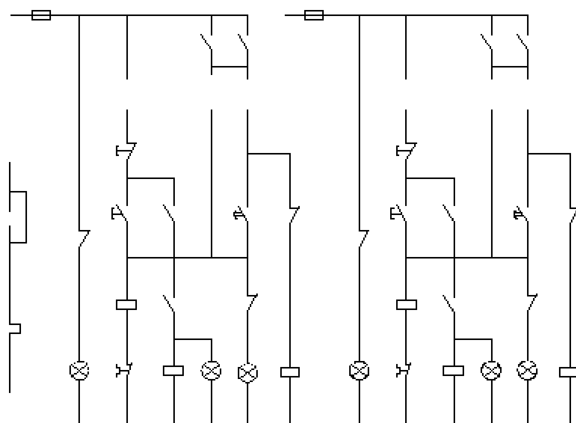


图 9-163　复制支路

1
2
3
4
5
6
7
8
第 9 章
附录

（12）单击“绘图”面板中的“圆”命令按钮和“直线”命令按钮，绘制电路和节点，如图 9-164 所示。

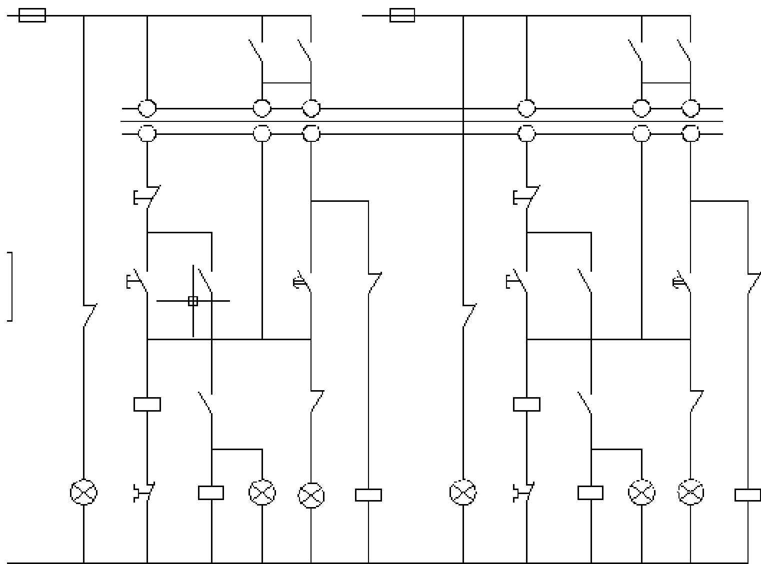


图 9-164　绘制电路和节点

（13）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A和“绘图”面板中的“直线”命令按钮，绘制电路部分的注释。由于图形文件太大，在纸面中显示不清，具体效果请见光盘相应素材文件。

（14）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，添加电路元器件注释。由于图形文件太大，在纸面中显示不清，具体效果请见光盘相应素材文件。

（15）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮绘制图框。由于图形文件太大，在纸面中显示不清，具体效果请见光盘相应素材文件。

（16）单击“绘图”面板中的“直线”命令按钮绘制标题栏，效果如图 9-165 所示。

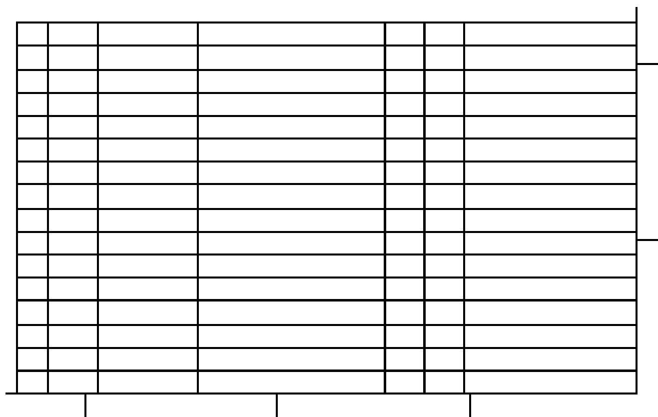


图 9-165　绘制标题栏



（17）单击“注释”面板中的“多行文字”命令按钮A，添加标题栏注释。由于图形文件太大，在纸面中显示不清，具体效果请见光盘相应素材文件。

（18）最后调整，完成的最终图样由于太大，导致在纸面中显示不清，具体效果请见光盘相应素材文件。

附录 A　常用电气工程图文字符号和图形符号

知识导引

附录主要介绍电气工程文字符号、图形符号的基本知识。电气制图应根据国家标准，用规定的图形符号、文字符号以及规定的画法绘制。

A.1　电气工程图的文字符号和图形符号特点

A.1.1　文字符号

电气工程图中的文字符号有单字母符号和双字母符号之分，单字母符号表示电气设备、装置和元器件三大类，如 K 表示继电器元件这一个大类。双字母符号的前一个字母和单字母符号的表示意义相同，都是表示一个大类，双字母符号的第二个字母表示具体元器件的某些特性，如 KM 的前一个字母 K 表示继电器类电器，后面一个字母 M 表示此元器件为继电器大类中的接触器小类。

以上说的是电气工程图的基本符号，除此之外还有辅助文字符号。辅助文字符号用来进一步表示电气设备、装置和元器件的功能、状态和特征。

电气图形符号必须符合相应的国家标准。

A. 1. 2　图形符号

国家标准中规定的图形符号基本上与国际电工委员会（IEC）发布的相关标准相同。图形符号主要有符号要素、限定符号、一般符号以及常用的非电操作控制符号，根据具体三维实际组合绘制出对应符号。国家标准除给出各类电器元件的符号要素、限定符号和一般符号以外，也给出了一些常用图形符号和组合图形符号实例。在实际应用中可以根据具体情况组合生成自己所需的图形符号。

A.2　电气工程制图中的常用文字符号和图形符号示例

图形符号、文字符号和项目代号是电气图的基本要素，一些技术数据也是电气图的主要



内容。电气系统、设备或装置通常由许多部件、组件、功能单元等组成。一般用一种图形符号描述和区分这些项目的名称、功能、状态、特征、相互关系、安装位置、电气连接等，不必画出它们的外形结构。

在一张图上，一类设备只用一种图形符号，比如各种熔断器都用同一个符号表示。为了区别同一类设备中不同元器件的名称、功能、状态、特征以及安装位置，还必须在符号旁边标注文字符号。例如，不同功能、不同规格的熔断器分别标注为 FU1、FU2、FU3、FU4。为了更具体地区分，除了标注文字符号、项目代号外，有时还要标注一些技术数据，如图中熔断器的有关技术数据，如 RL-15 / 15A 等。

以下就是常用电气图形符号的文字和图形说明。

A. 2. 1 电气图形中文字符号的字母表示（按字母顺序排列）

文字符号	名　称	文字符号	名　称
AD	晶体管放大器	PV	电压表
AM	磁放大器	Q	断路器
B	扬声器	QF	断路器
BP	压力变换器	QM	保护开关
C	电容器	QS	隔离开关
EH	发热器件	R	电阻
EL	照明灯	RP	电位器
F	保护器件	RS	分流器
FA	瞬时限流保护	RT	热敏电阻
FF	快速熔断器	RV	压敏电阻
FR	延时限流保护	S	控制开关
FU	熔断器	SA	选择位置开关
G	旋转发电机	SB	按钮
GB	蓄电池	SP	压力传感器
GS	电源装置	SQ	位置传感器
H	信号器件	ST	温度传感器
HL	指示灯	T	变压器
K	继电器	TA	电流互感器
KA	瞬时动作继电器	TC	控制回路变压器
KM	接触器	TV	电压互感器
KR	热继电器	U	变频器、逆变器
L	电感、电抗器	V	电子管
M	电动机	KT	时间继电器
N	模拟器件	N	模拟器件
P	测量仪表	VC	整流桥
PA	安培表	W	汇流排
PE	保护接地	X	端子、插座
PJ	电能表	XB	连接片

（续）

文字符号	名　称	文字符号	名　称
XP	插头	YA	电磁铁
XS	插座	YB	电磁制动器
XT	端子板	YC	电磁离合器
Y	电动器件	YV	电磁阀

A. 2. 2　电气图形符号的表示

（1）“直流”符号、“交流”符号、“正极”符号和“负极”符号。


图 1　直流


图 2　交流


图 3　正极


图 4　负极

（2）“正脉冲”符号、“负脉冲”符号、“正阶跃”符号和“负阶跃”符号。


图 5　正脉冲


图 6　负脉冲


图 7　正阶跃


图 8　负阶跃

（3）“热效应”符号、“磁效应”符号、“延时”符号和“定位”符号。


图 9　热效应


图 10　磁效应

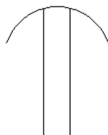

图 11　延时


图 12　定位

（4）“光敏二极管”符号、“整流二极管”符号和“连接片”符号。

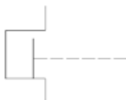

图 13　光敏二极管

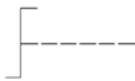

图 14　整流二极管

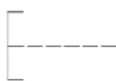

图 15　连接片

（5）“一般手动”符号、“受限手动”符号、“旋转操作”符号和“推动操作”符号。


图 16　一般手动


图 17　受限手动


图 18　旋转操作


图 19　推动操作



（6）“紧急开关”符号、“手轮操作”符号、“脚踏操作”符号和“凸轮操作”符号。

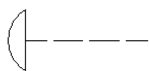
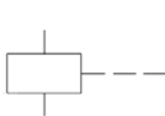

图 20 紧急开关


图 21 手轮操作


图 22 脚踏操作


图 23 凸轮操作

（7）“电磁线圈”符号、“热脱扣”符号、“电动机”符号和“接地”符号。


图 24 电磁线圈

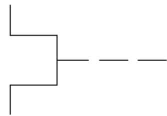

图 25 热脱扣



图 26 电动机


图 27 接地

（8）“无噪声接地”符号、“保护接地”符号、“接机壳”符号和“等电位”符号。


图 28 无噪声接地


图 29 保护接地

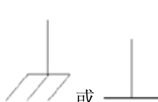


图 30 接机壳


图 31 等电位

（9）“导线束”符号、“屏蔽导线”符号、“屏蔽接地”符号和“导线连接”符号。

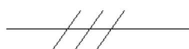
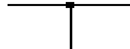

图 32 导线束


图 33 屏蔽导线


图 34 屏蔽接地


图 35 导线连接

（10）“单相电动机”符号、“三相电动机”符号、“测速发电机”符号和“步进电动机”符号。



图 36 单相电动机



图 37 三相电动机



图 38 测速发电机



图 39 步进电动机

（11）“双绕组变压器”符号、“三绕组变压器”符号、“自耦变压器”符号和“电抗器”符号。

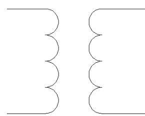

图 40 双绕组变压器


图 41 三绕组变压器

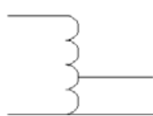
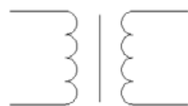
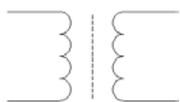

图 42 自耦变压器

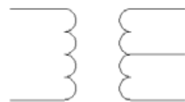

图 43 电抗器

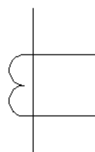
（12）“铁心变压器”符号、“屏蔽变压器”符号、“有抽头变压器”符号和“电流互感

器”符号。


图 44　铁心变压器


图 45　屏蔽变压器

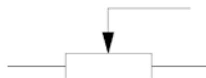

图 46　有抽头变压器


图 47　电流互感器

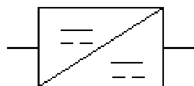
（13）“固定电阻”符号、“可变电阻”符号和“电位器”符号。

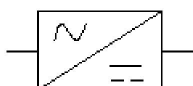

图 48　固定电阻

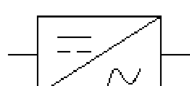

图 49　可变电阻

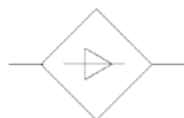

图 50　电位器

（14）“直流变换器”符号、“整流器”符号、“逆变器”符号和“全桥整流器”符号。


图 51　直流变换器


图 52　整流器


图 53　逆变器


图 54　全桥整流器

（15）“常开触点”符号、“常闭触点”符号、“转换触点”符号和“双向触点”符号。

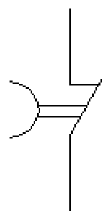

图 55　常开触点

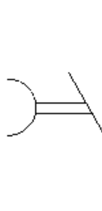

图 56　常闭触点

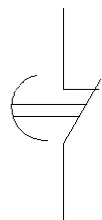

图 57　转换触点

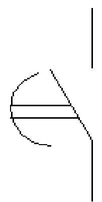

图 58　双向触点

（16）“释放延时闭合”符号、“释放延时断开”符号、“吸合延时断开”符号和“吸合延时闭合”符号。


图 59　释放延时闭合


图 60　释放延时断开


图 61　吸合延时断开


图 62　吸合延时闭合

（17）“手动开关”符号、“按钮”符号、“拉拔开关”符号和“旋转开关”符号。




图63　手动开关


图64　按钮


图65　拉拔开关


图66　旋转开关

（18）“脚踏开关”符号、“压力开关”符号、“液位开关”符号和“凸轮开关”符号。


图67　脚踏开关

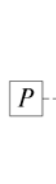


图68　压力开关


图69　液位开关


图70　凸轮开关

（19）“限位常开”符号、“限位常闭”符号和“热继电器常闭触点”符号。


图71　限位常开


图72　限位常闭


图73　热继电器常闭触点

（20）“断路器触头”符号、“接触器触头”符号、“隔离开关触头”符号和“负荷开关触头”符号。

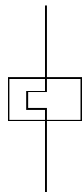

图74　断路器触头


图75　接触器触头


图76　隔离开关触头


图77　负荷开关触头

（21）“热继电器驱动器件”符号、“过流继电器”符号和“零压继电器”符号。


图78　热继电器驱动器件

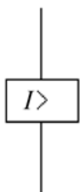


图79　过流继电器

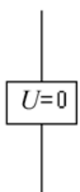


图80　零压继电器

1 2 3 4 5 6 7 8 9 附录

A.3　电气文字符号、图形符号的组合使用

以上部分简明扼要地介绍了电气工程图样中文字符号、图形符号的基本含义。按简图形式绘制电气工程图，元器件、设备、装置、线路及其安装方法等都是借用这些基本图形符号、文字符号来表达的。而基本的图形符号、文字符号只是图样的组成部分，很多复杂的元器件、设备、装置、线路及安装方法要由这些基本的图形符号组合而成。分析电气工程图也要首先要了解这些符号的形式、内容、含义以及它们之间的相互关系。下面介绍一些基本符号的组合如何使用。

A.3.1　电气图形符号的组合

复杂电气图形符号由基本电器图形符号组合而成。

（1）由同一类基本符号组合形成的复杂图形符号。

【电气图示例】 常用小型断路器如 C65N 和 C65H 就有单相、双相、三相以及四相之分。每一个都可以用单相断路器符号稍加改变来表示。

断路器基本符号如图 81 所示，可以表示单相断路器。把图 81 所示图形向右复制一次就组合成双相断路器，如图82。向右复制两次，就组合成三相断路器，如图83。向右复制三次，就组合成四相断路器，如图84。双相、三相、四相之间靠点画线连接，表示一个整体元器件。



图 81　单相断路器



图 82　双相断路器

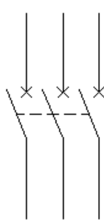


图 83　三相断路器

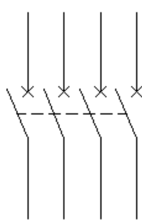


图 84　四相断路器

（2）由不同类基本符号组合形成的复杂图形符号。

【电气示例】 常用接触器可由其他基本符号组合而成。

接触器动作线圈符号如图 85 所示，接触器主触头如图 86 所示，接触器常开辅助触点如图 87 所示，接触器常闭辅助触点如图 88 所示。由这 4 个基本符号就可以组合而成常用的一般接触器，如图 89 所示。

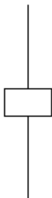


图 85　接触器动作线圈

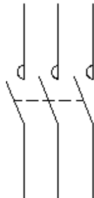


图 86　接触器主触头



图 87　接触器常开辅助触点





图 88　接触器常闭辅助触点

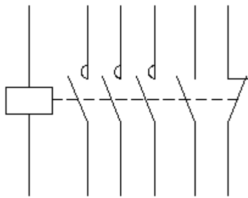


图 89　接触器

图 89 所示为一般接触器，实际所用接触器可能会有以下几种情况。

1）只含有动作线圈和主触头。

2）含有动作线圈、主触头和常开辅助触点。

3）含有动作线圈、主触头和常闭辅助触点。

4）含有动作线圈、主触头、常开辅助触点和常闭辅助触点。

可以看出，动作线圈和主触头是必要组合部分，辅助触点为可选部分，一般接触器都会配有几组辅助触点，在数量不够的情况下，可以增加。除了以上的常开、常闭辅助触点之外，还有一些特殊的辅助触点可供选择，如时间延时触点。可以根据实际选用符合要求的辅助触点组合。

A.3.2　文字符号和图形符号的结合

在电气工程制图中，文字符号是一种用以提供附加信息的加在其他符号上的符号。文字符号一般不代表独立的设备、器件和元件，仅用来说明名称、特征、功能和作用等。文字符号一般不单独使用，当文字符号和图形符号配合使用时，可得到相应的信息。例如，在不同类别开关的旁边要加不同的文字符号，分别表示隔离开关、断路器、接触器、按钮开关、转换开关等。

【电气图示例】 常用接触器文字符号和图形符号组合表示。

如图 90 所示，KM 表示接触器，位于动作线圈符号旁边；A1 和 A2 位于线圈上下，表示线圈界限出头；1、3、5 和 2、4、6 位于接触器主触头上下，分别表示接触器主触头进线端和出线端；13、14 表示接触器常开辅助触点，21、22 表示接触器常闭辅助触点。13、14、21、22 都由两位数组成，其中前一位为 1 表示辅助触点的第一组，前一位为 2 表示第二组辅助触点，后面为 3、4 表示此触点为常开触点，为 1、2 表示此触点为常闭触点。

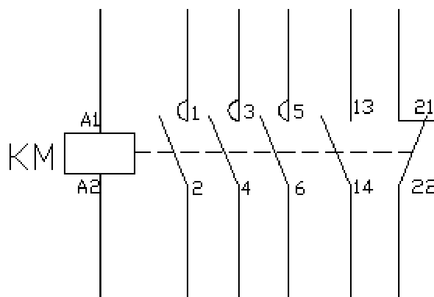


图 90　接触器

1
2
3
4
5
6
7
8
9
附录

A.4 结合具体电路简述文字符号、图形符号的使用

电动机供电线路是基本的动力供电线路，下面就结合这一线路讲述。

如右图 91 所示，该电路图为一个三相交流电动机主回路供电原理图。当所有元器件形成通路时，电能就经断路器、熔断器、接触器和热继电器到达电动机，使电动机处于工作状态。

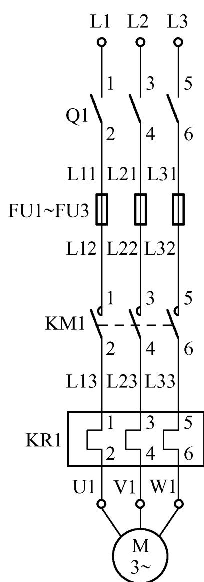


图 91 电动机供电电路

图中 Q1、FU1~FU3、KM1、KR1 代表器件号，Q1 表示断路器；FU1~FU3 表示一组熔断器，共 3 个；KM1 表示接触器；KR1 表示热继电器。L1、L2、L3 表示电源进线端子排符号；L11、L21、L31、L12、L22、L32、L13、L23、L33 表示各个器件之间连接导线线号；U1、V1、W1 表示电气控制柜至被控制电动机的出线端子号。在电气工程图样中，常用 L1、L2、L3 表示电源进线或者汇流排；L11、L21、L31 等表示元器件之间连接线线号，当柜体很多时，还可以增加到用 L111、L112、L113 等三位数字表示，这样可以区分不同电动机的回路。图中 1、3、5、2、4、6 表示器件触头的编号，以便接线、检修方便。

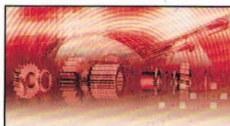
通常情况下，器件号的字体最大，连接线线号次之，触头编号字体最小。

ISBN 978-7-111-33837-6

AutoCAD工程设计系列丛书

◎策划 丁诚

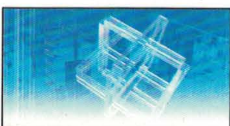
◎封面设计 旭洲企划 刘吉维



AutoCAD2010中文版 通用机械设计



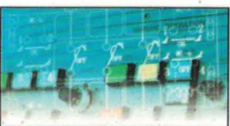
AutoCAD2010 注塑模具设计



AutoCAD2010中文版 建筑设计



AutoCAD2010中文版 室内装潢设计 第3版



AutoCAD2011 电气设计 第4版

本书内容要点如下：

- AutoCAD 2011 软件知识和基本绘图
- 图形编辑与标注
- 电气元器件设计
- 电气工程图的基本知识
- 变电和输电工程设计
- 住宅电气设计
- 工厂电气控制设计
- 车辆、机床电气设计
- 通用电动机控制设计
- 常用电气工程图文字符号和图形符号

上架指导：计算机／辅助设计

地址：北京市百万庄大街22号
电话服务
社服务中心：(010)88361066
销售一部：(010)68326294
销售二部：(010)88379649
读者购书热线：(010)88379203

邮政编码：100037
网络服务
门户网：http://www.cmpbook.com
教材网：http://www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版

定价：69.00元（含1CD）

